Deutschlands kalibergbau

Prussia. K. Geologische
landesanstalt, H. Everding

Digitized by Google

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

EARTH
SCIENCES
LIBRARY

OTTO HARRASSOWITZ
BUCHHANDLUNG
LEIPZIG

Abhandlungen der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt
Neue Folge, Heft 52 (Teil I)

Zur Geologie
der
Deutschen Zechsteinsalze

Von
H. Everding

Mit 14 eingedruckten Tafeln
und 5 als Anlagen beigefügten Karten und Profilen
sowie einem Literaturverzeichnis im Anhang

Aus: Deutschlands Kalibergbau
Festschrift zum X. Allgemeinen Deutschen Bergmannstage
zu Eisenach 1907

Herausgegeben
von der
Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt

BERLIN
In Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt
Berlin N 4, Invalidenstraße 44
1907

Zur Geologie

der

Deutschen Zechsteinsalze.

Leitung: **F. Beyschlag.**

Von

H. Everding.

UNIV. OF CALIFORNIA

Mit 11 eingehefteten Tafeln
und 5 als Anlagen beigefügten Karten und Profilen
sowie
einem Literaturverzeichnis im Anhang.

Berlin 1907.

Verlag und Vertrieb der Königl. Geologischen Landesanstalt.
Berlin N. 4, Invalidenstraße 44.

Digitized by Google

RE269
P7
v.52:1

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit mußte schneller, als es sonst wohl geschehen wäre, zum Abschluß gebracht werden, um als Festschrift für den diesjährigen Bergmannstag Verwendung finden zu können. Wie sie heute vorliegt, will sie nicht so wohl eine erschöpfende Lösung der schwebenden Fragen bieten, als vielmehr neue Gedanken und Anregungen in die Diskussion einführen, bestehende Unklarheiten und Mißverständnisse beseitigen und vielleicht den Weg anbahnen, auf dem die geologische und chemische Forschung vordringen muß, um zu einer einheitlichen und großzügigen Auffassung der deutschen Zechsteinlagerstätten zu gelangen. Einer späteren, vervollständigten Auflage bleibt es dann vielleicht vorbehalten, anstelle des jetzigen Titels: »Zur Geologie der Deutschen Zechsteinsalze«, den Titel zu tragen: »Die Geologie der Deutschen Zechsteinsalze«.

Herr Geheimrat Prof. Dr. Beyschlag hat den Gang der Arbeiten geleitet und ihnen in jeder Hinsicht wissenschaftliche Unterstützung und opferfreudige Förderung zuteil werden lassen. Aus seiner Feder stammt die der eigentlichen Arbeit vorausgeschickte Allgemeine geologische Einführung.

Die Herren Bergassessoren G. Einecke und F. Schünemann haben in treuer Mitarbeit zur Beschaffung des Materials, zur Ausgestaltung der Anlagen und zur rechtzeitigen Fertigstellung des Ganzen tatkräftig beigetragen.

Besonderer Dank gebührt ferner den Herren Landesgeologen Prof. Dr. Zimmermann und Dr. Monke, die jederzeit bereit waren, ihre reiche Erfahrung und Sachkenntnis hülfreich zur Verfügung zu stellen. Herr Dr. Zimmermann ist der Verfasser der als Anhang beigefügten Literaturzusammenstellung.

Herr Prof. Dr. Precht hat die Güte gehabt, mir gelegentlich eines Besuches über manche Frage aus dem Gebiete der Chemie bereitwilligst Aufklärung zu geben.

Jede berichtigende und ergänzende Mitteilung der Herren Fachgenossen würde ich dankbar begrüßen.

Berlin, im Juli 1907.

H. Everding.

N28421

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Seite

Allgemeine geologische Einführung . . . . . 1—23

1. Der Stand der Salzlagerstättengeologie.

Die Erschließung des Verbreitungsgebietes der Kalisalze — Die Entwicklung der Lagerstättenforschung — Beseitigung der Ausdrücke »sekundär« und »primär« — Salzmineralien und Salzgemenge — Vorschläge zu einheitlicher Benennung . . . . . 25—34

2. Das Staßfurter Zechsteinprofil.

Übersicht über das gesamte Profil — Die Ochsenius'sche Barrentheorie . . . 35—40

3. Die Ältere Salzfolge im Staßfurter Normalprofil.

Das Anhydritfundament — Die Anhydritregion — Die Übergangszonen der Polyhalit- und Kieseritregion — Das Kalimutterlager . . . . . 41—50

4. Umbildungen in der Hutzone der Älteren Staßfurter Salzfolge.

Gipse als Auslaugungsrückstände — Kainitbildung — Posthume Hartsalzbildung — Kristallsylvin, blaues Steinsalz, bunter Carnallit als posthume Leitformen — Verbleib der entzogenen Chlormagnesiumlaugen. Gibt es Urlaugen? — Petrographischer Charakter der Hutzonen — Umfang der Hutzonen und Beschaffenheit des Hutfußes . . . . . 51—59

5. Die Salztondecke.

Seitherige Deutung des Salztones — Petrographische Beschaffenheit des Salztones und seine Eingliederung in das Schichtenprofil . . . . . 60—64

6. Die Jüngere Salzfolge im Staßfurter Normalprofil.

Der Hauptanhydrit — Das Jüngere Steinsalz — Eine Salzfolge über dem Jüngeren Steinsalz — Die Entstehung der Jüngeren Salzfolge nach den seitherigen Auffassungen — Das Jüngere Steinsalz eine Mutterbildung — Hat es ein Jüngeres Kalimutterlager gegeben? . . . . . 65—72

7. Entwicklung der deszendenten Hartsalzlager aus dem Kalimutterlager.

Die Einlagerungsart der Hartsalze und ihrer Begleitschichten — Die Steinsalzunterlagerung — Das Hartsalzlager — Die Hauptsalzauflagerung — Seitherige Auffassungen über die Entstehung der lagerförmigen Hartsalze — Diskussion der älteren Auffassungen — Die Hartsalzlager als deszendente Bildungen — Eine Unstimmigkeit zwischen dem geologischen Ergebnis und der chemischen Forschung . . . . . 73—84

Digitized by Google

Seite

8. Entwicklung der deszendenten Hauptsalzkonglomerate aus dem Kalimutterlager.

Petrographischer Charakter der Konglomerate — Verhältnis der Hauptsalzkonglomerate zum Kalimutterlager — Die Hauptsalzkonglomerate als deszendente Bildungen . . . . . 85—89

9. Die Auflagerungsfläche der Älteren deszendenten Bildungen.

Der mechanische Vorgang der Ablagerung — Die Grenzzone und der Begriff des metamorphen Grenzsalzes . . . . . 90—95

10. Die Sonderentwicklung der Älteren Deszendenz im Südharzgebiet.

Überblick — Das Ältere Steinsalz — Die Kalilager — Vertaubungszonen — Das Fehlen deszendenten Hauptsalzes — Das deszendente Steinsalz — Gegenüberstellung von Staßfurter Typus und Südharztypus . . . . . 96—103

11. Die Sonderentwicklung der Älteren Descendenz im Werragebiet.

Überblick über das Werraprofil — Das Obere Kalilager — Eine posthume Umbildungszone über dem Oberen Kalilager — Das Untere Kalilager — Das Steinsalz des Werraprofils — Entwicklung des Werratypus aus dem Südharztypus . . . . . 104—111

12. Die Sonderentwicklung der Älteren Deszendenz im nördlichen und nordwestlichen Harzvorland.

Übersicht der in Betracht kommenden Lagerstätten — Die Wirkung des Gebirgsdruckes in stark gefalteten Salzlagerstätten — Die Lagerstätte von Hohenzollern als Beispiel für die Entwicklung der Älteren Deszendenz im nordwestlichen Harzrandbezirk. Posthume Langbeinitisierung eines Hartsalzlagers — Die Lagerstätte von Carlsfund als Beispiel für unvollständige Kainitisierung konglomeratischen Hauptsalzes in einer eigenartig gestalteten Hutzone — Die Lagerstätte von Wilhelmshall als Beispiel für eine mächtig entwickelte Ablagerung deszendenten, bankig geschichteten Hauptsalzes im Hangenden eines Hartsalzlagers . . . . . 112—122

13. Die Jüngere Deszendenz.

Übersicht — Die Sylvinitlager — Die Herkunft der Jüngeren Deszendenz und ihre Auflagerungsgrenze — Die Entwicklung der Jüngeren Deszendenz in dem nur durch Bohrungen untersuchten Teile Nordhannovers — Hartsalze und Hauptsalzkonglomerate der Älteren Descendenz unter den Sylviniten der Jüngeren Deszendenz — Posthume Umbildungen in den Jüngeren und Älteren Deszendenzablagerungen der Grube Herzynia . . . . . 123—132

Rückblick. 132—133

Anhang: Literaturverzeichnis. 137—138

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Allgemeine geologische Einführung.

Von **F. Beyschlag.**

Die Kalisalzlagerstätten Norddeutschlands, Mitteldeutschlands und des Niederrheins gehören der Zechsteinformation an. Die Schichten dieser letzteren tragen die Merkmale ausschließlich mariner Ablagerungen. Sie entstanden in einem Meeresteile, der den Festlandsboden des Rotliegenden ebenso wie der älteren paläozoischen und archäischen Grundgebirge überflutete. Da die Verbreitung der deutschen Zechsteinsalze nahezu zusammenfällt mit derjenigen des ehemaligen deutschen Zechsteinmeeres, so interessiert hier die Umgrenzung und Ausdehnung desselben, das einerseits mit dem englischen und anderseits mit dem russischen Zechsteinbecken Verbindung gehabt hat.

Umgrenzung des Deutschen Zechsteinmeeres.

Auf dem in Anlage I beigefügten Kartenbilde ist versucht worden, die Küsten des Deutschen Zechsteinmeeres zu rekonstruieren, wobei selbstverständlich manches unsicher bleibt, da spätere Abrasion die ehemalige Zechsteinbedeckung umfangreicher Gebietsteile zerstörte.

Besonders unsicher ist die Rekonstruktion der Nordgrenze, für die zunächst Helgoland als Ausgangspunkt dient. Man rechnet den unteren Sockel dieser Insel zum Perm ohne eigentlichen paläontologischen Beweis, und ohne daß die roten Tongesteine völlig der Entwicklung der weiter südlich gelegenen Zechsteinfazies entsprächen. Die gleichen roten Tone sind, allerdings wohl steil aufgerichtet, bei Lieth in Holstein in der außergewöhnlichen Mächtigkeit von ca 1000 m durchbohrt; sie bergen bei Segeberg, Itzehoe und Oldesloe usw. Gips- und Salzlager oder doch wenigstens Sole und erweisen sonach die einstige Überdeckung Holsteins durch das Zechsteinmeer. Landeinwärts schließen sich die Salz-

Digitized by Google

UNIV. OF CALIFORNIA

und Gipsvorkommen von Stade, Hamburg, Lüneburg, Salzwedel, sowie diejenigen von Jessenitz und Lübtheen in Mecklenburg an.

Für die Rekonstruktion der Zechsteinmeeresgrenze zwischen der Kieler Bucht durch die Ostsee bis nach der äußersten Nordspitze Preußens, wo der Zechstein bei Purmallen unweit Memel erbohrt wurde, fehlt es an genaueren Anhaltspunkten. Doch war Schoonen wohl niemals unter Bedeckung des Zechsteinmeeres, da bereits auf Bornholm Kreide und Jura auf Silur, Cambrium und Granit transgredieren.

Die in breiten Zonen längs der esthländischen Küste zu Tage tretenden paläozoischen Formationen begrenzten gegen Norden die Verbindung des Deutschen Zechsteinmeeres mit dem russischen. Ob diese breit nach Süden hin ausgriff, oder ob nur eine schmale Verbindung mit dem russischen Becken bestand, ist heute noch ungeklärt. Nur die der Zechsteinformation zuzurechnende Salzlagerstätte von Hohensalza (Inowrazlaw) und das benachbarte Gipsvorkommen von Wapno bei Exin sind sichere Anzeichen der ehemaligen Zechsteinmeeresbedeckung. Auf welcher Linie und wie weit sich dann das Zechsteinmeer dem heutigen schlesischen Gebirge näherte, ob ferner durch Polen, Wolhynien und Podolien eine Verbindung mit dem südrussischen, salzreichen Zechsteingebiet des Donetz bestand, ist ebenfalls heute noch unbekannt.

Erst südlich von Breslau ist in der fiskalischen Bohrung Kreika wieder sicher Zechsteinformation nachgewiesen, die aber nirgends an den Sudeten östlich der Elbe ausstreicht, auch in Oberschlesien, den Beskiden und der Tatra fehlt. Westlich der Elbe greift die Zechsteinformation in die Goldberg-Löwenberger Mulde ein, umsäumt vermutlich das Isar- und Lausitzer Gebirge, um erneut in die Bucht von Riesa einzudringen; von hier greift sie durch das sächsisch-thüringische Grenzland hinunter über den Frankenwald bis zur Fränkischen Saale bei Kissingen. Die Entwicklung der Zechsteinbildungen zwischen Gera und Saalfeld in Form von nur in seichten Meeresteilen gedeihenden Bryozoenriffen und die Verkümmerung der Ablagerungen am Südrande des Thüringer Waldes in der Nähe von Stockheim und Eisfeld erweisen die Nähe der Küste des ehemaligen Zechsteinmeeres.

Digitized by Google

Die Sole Kissingens entströmt unter dem Druck basaltischer Kohlensäure den Bohrungen, die bis ins Zechsteinsalz geführt sind. Die Solen von Brückenau, Neustadt a. S., Büdingen, Sooden-Salmünster, Orb, Gelnhausen, Salzhausen, Nauheim entstammen der gleichen Quelle[1]). Längs des Ostrandes des Rheinischen Schiefergebirges deutet die eigentümlich konglomeratreiche Fazies der Zechsteinbildungen von Frankenberg und Thalitter auf die nahe Küste des alten Zechsteinmeeres hin, die von hier aus gegen Westen durch die heutige Münstersche Bucht Verbindung mit dem neuerdings als salzführend erwiesenen Gebiete am Niederrhein erlangt. Zwischen der Mündung des Rheins und der Insel Helgoland ist die Verbindung des Deutschen Zechsteinmeeres mit dem englischen zu suchen. Ob die Deutsche Zechsteinmeeresbucht von dieser Seite her über eine Barre aus dem freien Ozean eine ständige Salzwasserzufuhr erhielt, oder ob nicht vielmehr ein südlicher permischer Ozean seine salzigen Zuflüsse in das flache Deutsche Zechsteinmeeresbecken ergoß, muß unentschieden bleiben.

Inneres des Zechsteinmeeresbeckens.

Die größte Tiefe des Zechsteinmeerbeckens dürfte schwerlich über 500 m betragen haben, denn was über diesen Betrag hinaus an Salzmächtigkeiten, beispielsweise in Sperenberg, Unseburg usw. angegeben wird, beruht wohl auf Schichtenverdoppelung durch Aufrichtung, Faltung und Stauchung.

Die Konglomerat-Fazies mehrerer Zechsteinschichten längs des Ostrandes des Rheinischen Schiefergebirges deutet hier auf einen breiten Saum flacher, stark umbrandeter Küste. Gegen Osten hin gewinnt das Meer während der Zechsteinzeit der Küste mehr und mehr Land ab; es transgrediert der Obere Zechstein gegen das Erzgebirge hin. Im übrigen war der Meeresboden wohl ein flachgewellter. Kleine Unebenheiten im Einzelrelief glich das Zechsteinkonglomerat als unterstes Glied der Zechsteinformation aus, das durch seine marine Fauna und seine abweichende Lagerung zu

[1]) Nach Thürach soll bei Ingelfingen in Württemberg Zechstein erbohrt worden sein. Zweifelhaft ist, ob er etwa auch in den bei Nürnberg stehenden Bohrungen getroffen wurde.

Digitized by Google

dem älteren Meeresboden überall sich als einleitende Bildung der in das sinkende Land einbrechenden Meereswogen dokumentiert.

Darüber breitet sich wie ein schwarzes Leichentuch, fast durch das gesamte Becken reichend, die kaum 1 m starke Kupferschieferschicht, eins der merkwürdigsten Gebilde aller geologischen Zeiten. Durch seine Fauna als eine Flachseebildung charakterisiert, in die überall von den nahen Küsten die Zweige landbewohnender Pflanzen hineingeführt wurden, trägt das Gestein das Gepräge eines durch anorganische Niederschläge verunreinigten Sapropels (Faulschlamms).

Tiefer sinkt der Meeresboden ein und bedeckt sich mit dem reineren Kalkschlamm, den die Mollusken der Zechsteinkalk-Zeit abscheiden. Mit der Ablagerung dieser auch nur 6—10 m mächtigen, rein kalkigen Schichtenfolge, die in außerordentlicher Gleichförmigkeit fast den gesamten Beckengrund überzieht, ist der Boden geschaffen für die eigentümlichen salinischen Ablagerungen, die von nun an bis zum Ende der Zechsteinzeit in charakteristischer Wechselfolge sich wiederholen. Die Vorgänge ihrer Ablagerung und Umbildung sind im nachfolgenden Hauptteile eingehend entwickelt. — Am Schluß der Zechsteinzeit ist das Meeresbecken teils durch Füllung, teils durch Hebung zur Salzwüste geworden, über der die Letten und die Sandsteine der Buntsandsteinformation sich ausbreiten.

Relief des Zechsteinmeeresbodens.

Es bleibt die Frage zu erörtern, ob etwa die heutigen Deutschen Mittelgebirge oder andere, im Laufe der geologischen Perioden zugrunde gegangene Erhebungen Inseln im Zechsteinmeer gebildet haben. Macht schon die übereinstimmende Entwicklung der Zechsteinablagerungen nördlich und südlich vom Harz, nördlich und südlich vom Thüringer Wald es unwahrscheinlich, daß diese größten der zahlreichen Faltenkerne Mitteldeutschlands vom Zechsteinmeer unbedeckt geblieben sind, so belehren uns die vereinzelten schollenförmigen Reste, die hoch oben am Rennstieg des Thüringer Waldes bei Scheibe und Lichte sich finden, und die eingestürzten, verkieselten Zechsteinschollen, die E. Zimmermann bei Oberhof auf dem Kamme des Waldgebirges entdeckte, daß

Digitized by Google

tatsächlich nur durch Abtragung die ehemals von Norden nach Süden über das ganze Waldgebirge gleichmäßig herüber reichende Decke zerstört worden ist. Nur zwei Stellen sind bekannt geworden, die auf Untiefen im Zechsteinmeer deuten, das sind die dem Granit aufsitzenden Mooskorallenriffe, die am südwestlichen Rande des Thüringer Waldes das malerische Schloß Altenstein tragen, und die Andeutung ähnlicher Bildungen, die sich am Südrande des Harzes bei Ellrich finden.

Nachträgliche Veränderungen der ursprünglichen Lagerungsform.

Für das Verständnis der Umbildungen, welche die Salzlagerstätten im Laufe der Zeiten erfahren haben, ist es erforderlich, sich die Art und das Maß der Lagerungsveränderungen klar zu machen, welche diese Schichten seit ihrer Ablagerung bis in die heutige Zeit durchmachten. Nur wenn man sich Rechenschaft gibt von der Lage, Verbreitung und Beschaffenheit der Störungen, welche den mittel- und norddeutschen Boden seit der Zechsteinzeit betroffen haben, wird der Zusammenhang zwischen diesen gebirgsbildenden Vorgängen und der Tektonik der Salzlagerstätten verständlich. Die Abhängigkeit der Auslaugungszonen von den zur Oberfläche gehobenen Teilen des Salzhorizontes, in denen niedersinkende Wasser das Salz auflösen und fortführen konnten, oder in denen die Schichtenköpfe der aus der Tiefe aufgewölbten Kalilager chemisch umgebildet und zu den reichen Hutsalzen gestaltet wurden, bleibt nur zu verstehen unter Berücksichtigung der Faltungs- und Zerreißungsvorgänge postpermischer Zeit.

Während die ersten Schilderer unserer Kalisalzlagerstätten, ausgehend von den ihnen allein zugänglichen Verhältnissen der Magdeburg-Halberstädter Mulde und speziell des Staßfurt-Egelner Sattels, in jenem zweiteiligen Becken nicht nur den ursprünglichen Ablagerungsraum, sondern auch die formende Schüssel der Salzablagerungen sahen, haben wir uns längst daran gewöhnt, diese Beckenform als etwas lange nach der Zeit der Salzablagerung Gewordenes, als ein von der Salzbildung völlig unabhängig Gestaltetes zu betrachten.

Die weit über das Gebiet des alten Zechsteinmeeres hinaus sich gesetzmäßig erstreckende herzynische (NW-SO) Faltungs- und

Digitized by Google

Bruchrichtung beherrscht heute neben der älteren niederländischen (NO-SW) Faltung die gesamte Oberflächengestalt Mittel- und Norddeutschlands, soweit vortertiäres Gebirge in Frage kommt. Hatte die niederländische Faltung gerade ausgeklungen, als das Deutsche Zechsteinmeer hereinbrach, so beginnt der herzynische Faltungsprozeß, der unsere Salzlagerstätten mit ergriff, erst lange nach ihrer Entstehung in der Kreidezeit und erreicht seinen Höhepunkt in der mittleren Tertiärzeit, im Miozän.

Drei Höhenzüge sind es insonderheit, die in dieser Zeit im Gebiete der Zechsteinmeeresbedeckung als Faltenkerne aufgewölbt werden, nämlich die drei parallelen, herzynisch streichenden Mittelgebirge des Thüringer Waldes, des Harzes und des Flechtinger Höhenzuges. Kleinere Trabanten begleiten sie, so der Kyffhäuser und der Bottendorfer Höhenzug den Harz, der Kleine Thüringer Wald bei Schleusingen das Hauptgebirge; dazu gesellen sich Ausläufer der Hauptfalten, wie der Hornburger Sattel und die Hettstedter Gebirgsbrücke, die die Mansfelder Mulde umsäumen, am östlichen Harzrand, oder die in der nordwestlichen Fortsetzung des Thüringer Waldes auftauchenden kleineren, paläozoischen Kerne des Riechelsdorfer Gebirges und der Grauwackeninseln an der Werra und Fulda. Hierzu kommt endlich der große nordwestdeutsche Gebirgsaufbruch zwischen Teutoburger Wald und Wesergebirge, in dessen Mitte die von Zechstein umsäumten paläozoischen Kerne des Piesberges bei Osnabrück, des Hüggel und des Schafberges bei Ibbenbüren hervortauchen.

Folgt der innere Bau der meisten dieser Faltenkerne noch der niederländischen Richtung, so ist ihre Umgrenzung ebenso ausschließlich von der herzynischen abhängig wie der Bau des eingesunkenen Tafellandes *zwischen* den Gebirgskernen. Übereinstimmend charakterisieren sich Thüringer Wald, Harz und Kyffhäuser als Kerne von Süden her überschobener Falten, derart, daß der Nordrand durch eine steil einfallende oder überkippte Flexur und Verwerfung gekennzeichnet wird, während der Südrand — freilich nicht ohne örtliche Ausnahmen — eine flachere Auflagerung der Zechstein- und Triasschichten zeigt.

Digitized by Google

Natürliche Verbreitungsbezirke der Kalisalz-Lagerstätten.

So entsteht als Folge der Faltung und Zerstückelung der ehemals zusammenhängenden, flachen permisch-mesozoischen Decke eine Anzahl getrennter Verbreitungsbezirke unserer Kalisalz-Lagerstätten, deren Gruppierung durch die Lage der großen Gebirgskerne eine natürlich gegebene ist. Sie sind auf der als Anlage II beigegebenen Karte hervorgehoben. Aus den gleichzeitig dargestellten Hebungslinien, an denen die Kalisalzlager sich der heutigen Tagesoberfläche nähern, und den gleichfalls ersichtlichen größten Gebirgsstörungen gehen die Grundzüge des tektonischen Baues hervor.

Es sind bei der weiteren Besprechung unterschieden:

I. Am Nordrand des Harzes, zwischen diesem und dem Flechtinger Höhenzug

die **Magdeburg-Halberstädter Mulde,**

die in ihrem südöstlichen Bogen den engeren Staßfurt-Egeln-Aschersleben er Bezirk einschließt.

II. Am Südost- und Südrande des Harzes, zwischen diesem und dem Thüringischen Muschelkalk-Keuper-Plateau

die **Südharz-Thüringer Mulde,**

gleichzeitig umfassend die Mansfelder Mulde, die Querfurter Mulde und den bis ins Eichsfeld hineinreichenden, eigentlichen Südharzrandbezirk.

III. Südlich des Thüringer Waldes und des Riechelsdorfer Gebirges

das **Werra-Gebiet.**

IV. Zwischen Rhön und Vogelsberg

das **Fulda-Gebiet.**

V. Anschließend an die nach NW hin offene Magdeburg-Halberstädter Mulde

das **Hannöversche Faltungs- und Schollengebiet.**

VI. Nördlich der den Flechtinger Höhenzug begrenzenden großen Bruchlinie, des sogen. »Magdeburger Uferrandes« und seiner Verlängerung,

das **Norddeutsche Tieflands-Gebiet.**

Digitized by Google

Die Magdeburg-Halberstädter Mulde.

Die Magdeburg-Halberstädter Mulde (siehe Karte Anl. II) hat nach Süden ihre natürliche Begrenzung im Harz, an dessen nördlichem Rand die Zechstein- und Triasschichten in schmalem Ausstrich, vielfach überkippt, gelegentlich auch zu einer Flexur verbogen, zu Tage treten. Gegen Nordosten wird ihre Begrenzung durch den Flechtinger Höhenzug gebildet, der seine Fortsetzung in dem Grauwackengebirge von Magdeburg-Gommern über Zerbst, Dessau nach Görlitz findet. Aus dem südöstlichen Muldenrande schiebt sich in der Richtung von Cöthen nach Bernburg zu der Paschlebener Grauwacken-Vorsprung weit in das Muldeninnere hinein, dessen Rand, weiterhin regelmäßig verlaufend, über Gröbzig, Cönnern, Sandersleben Anschluß an den Harz gewinnt. Nur gegen Westen ist die Mulde offen und verläuft in das südhannöversche, später zu behandelnde Gebiet, das jenseits der Oker beginnt.

Die innere Struktur der Mulde ist ziemlich mannigfaltig. Die namentlich im südwestlichen Teile verbreitete, auf alle Glieder der Trias transgredierende Kreide wetteifert mit dem im ganzen Muldengebiet vorhandenen Tertiär und Quartär, um den tieferen Faltenbau des Perm und der Trias zu verschleiern. Dennoch ist so viel erkennbar, daß eine Reihe herzynisch gerichteter, bald schmalerer, bald breiterer, mehr oder minder steil aufgefalteter Sättel oder Hebungslinien die ganze Mulde durchzieht. Dabei ist besonders auffällig, daß alle diese Aufwölbungszonen nach bald kürzerem, bald längerem Verlauf untertauchen, um einer verhältnismäßig ruhigen, flachen Lagerung der jüngeren Schichten Platz zu machen, aber schließlich doch wieder in der ursprünglichen Richtung hervorzutreten. So entstehen in herzynischer Richtung hintereinander angeordnete, schmale Hebungszonen von umlaufendem Schichtenbau, deren innere Gestaltung von Ort zu Ort rasch wechselt. Je breiter der Rücken dieser vielfach in dem Geländebild deutlich hervortretenden Aufwölbungen ist, um so mehr bleibt die Form eines flachen Sattels oder einer Antiklinale herrschend, je schmaler der Kamm, um so steiler ist die Auffaltung, und um so häufiger gesellen sich zu der einfachen oder überkippten Falte

Digitized by Google

streichende Störungen mit den mannigfaltigsten Zerreißungs- und Aufpressungserscheinungen. Aus der Fülle der auf solche Weise zu Stande kommenden Möglichkeiten sind 3 Beispiele herausgegriffen und in den folgenden Figuren durch Herrn Everding dargestellt.

Fig. 1 (s. umstehend) zeigt die Zerreißung eines steil aufgepreßten Sattelkerns durch eine streichende Sattelspalte. Die am höchsten heraufgeschobenen Partieen sind der Abtragung zum Opfer gefallen, die Schichten im Sattelkern zerdrückt und an der Spalte geschleppt.

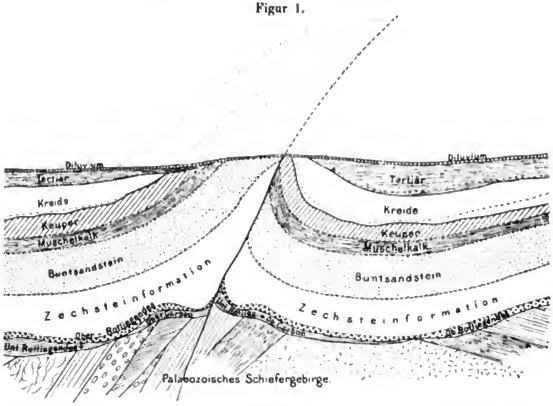
Fig. 2 versinnlicht einen Fall, in welchem der Sattelkern zwischen zwei parallelen Brüchen zu einem steilen, in sich zerdrückten und zerspaltenen, schmalen Gewölbe in die Höhe gepreßt und dann bis zur Freilegung des Salzgebirges abgetragen wurde.

In Fig. 3 ist eine völlige Zersprengung und Zerstückelung der auf dem Salzgebirge lagernden spröden Decke mesozoischer Schichten als Folge einer Gebirgsfaltung tertiärer Zeit dargestellt. Die aufgeworfenen Schollen sind nachträglich größtenteils abgetragen, nur die härteren Partieen gewinnen bis heute einen Einfluß auf die Oberflächengestalt. Die je nach der Tiefenlage der Schichten und deren Beschaffenheit außerordentlich verschiedene Wirkung des Gebirgsdruckes ist in der Darstellung zum Ausdruck gebracht. Während der z. T. bereits in der Carbonzeit gefaltete Kern des Grundgebirges nur zu einer Schwelle aufgebogen erscheint, und während die mesozoischen Schollen in der mannigfaltigsten Weise gegeneinander verschoben sind, ist die zwischen beiden lagernde Salzmasse infolge ihrer hohen Plastizität auf das äußerste zusammengestaucht und in alle Lücken der zersprengten Decke hineingepreßt.

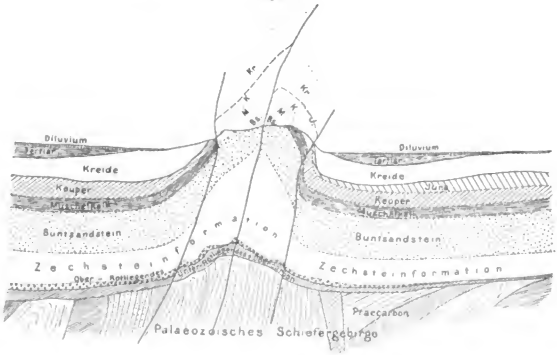
Die auffälligste und zugleich längste dieser Hebungslinien in der Magdeburg-Halberstädter Mulde ist der sogenannte Staßfurt-Egelner Rogensteinsattel, eine die Mulde nahezu in ihrer Mittellinie teilende Erhebung, die von Staßfurt über Egeln bis nach Oschersleben reicht und in ihrem Sattelkern neben den tiefsten, Rogensteinführenden Schichten des Buntsandsteins gelegentlich sogar die Gipse der Zechsteinformation erscheinen läßt. Die Steilheit der Aufpressung nimmt in der Richtung von Westeregeln-Douglashall gegen Staßfurt allmählich ab, um von da weiter gegen

Digitized by Google

Figur 1.



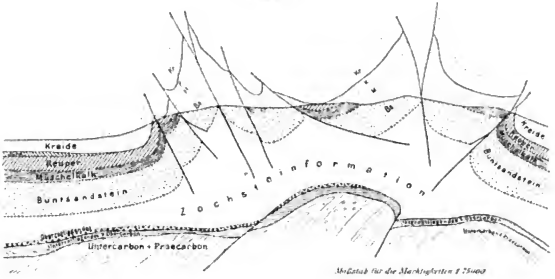
Figur 2.



Digitized by Google

Südosten in der Richtung auf Cönnern hin sich allmählich mehr und mehr zu verflachen. Aus diesem flachen, schildförmig gelagerten, südöstlichsten Muldenteile springen dann zwei neue, den Staßfurter Sattel nördlich und südlich flankierende, kürzere Sättel in die Mulde vor, einerseits der Aschersleb ener Sattel, dessen Fortsetzung noch im Faltenbau des Hackel erkennbar ist, anderseits der dem Paschlebener Grauwackenvorsprung nordwestlich vorgelagerte Sattel von Kalbe. In der Richtung des Staßfurt-Egelner Hauptsattels, der zwischen Oschersleben und Jerxheim völlig ver-

Figur 3.



schwindet, legt sich weiter gegen WNW als genaue Fortsetzung der Sattel der Asse an, während die aus der Helmstedter Braunkohlenmulde auftauchenden kleineren Sättel von Offleben-Barneberg und des Dorm bei Beienrode einem nordnordwestlichen, bei Oschersleben ablaufenden Seitenzweig angehören. In die aus diesen beiden nach NW divergierenden Hebungsrichtungen gebildete Gabel schiebt sich zwischen Schöningen und Königslutter der breite Höhenrücken des Elm ein. — Als, freilich gelegentlich aus der Hauptrichtung abschwenkende, Fortsetzung des Aschersleb ener Sattels kann man den westlich der Bode einsetzenden Sattel des Huy und des Großen Fallstein betrachten.

Digitized by Google

Der Nordrand der den Sattel von Kalbe begrenzenden Keupermulde, der von Gr. Salze über Gr. Wanzleben, Seehausen nach Walbeck-Weferlingen verläuft, entwickelt sich in dieser Richtung mehr und mehr zu einer großen Störungszone, deren Endigung das immer mächtiger werdende nordische Diluvium verhüllt. Daß auch unter der übergreifend lagernden Kreidedecke der Faltenbau des tieferen Untergrundes nicht verschwindet, lehren die aus dieser Decke östlich und westlich von Quedlinburg aufragenden kleinen Hebungslinien und die zerspaltenen Sättel von Hedwigsburg und Thiede unfern Wolfenbüttel.

Die Südharz-Thüringer Mulde mit der Mansfelder und Querfurter Spezialmulde und dem Südharz-Randbezirk.

Der Grundzug des geologischen Baues der Landschaft zwischen Harz und Thüringer Wald ist der einer herzynisch gestreckten, gegen NW in das Niederhessisch-hannöversche Gebiet geöffneten Mulde.

Ihre östliche Begrenzung bezeichnen, im Anschluß an den Thüringer Wald, von Saalfeld bis Gera das Ostthüringische Schiefergebirge, dann die bei Altenburg, Leipzig und Halle aus der Diluvialdecke hervortauchenden Rotliegend- und Carbonbildungen. Von Halle aus gegen NW verschmälert sich der hier durch den »Halleschen Bruch« (mit den Solquellen von Halle und Neu-Rakoczy) begrenzte paläozoische Muldenrand rasch bis zur Saale und gewinnt weiterhin als schmale trennende Brücke gegen die Magdeburg-Halberstädter Mulde durch die »Hettstedter Gebirgsbrücke« Anschluß an den Unterharz.

Hier gliedert sich durch den südöstlichen, sporuförmigen Fortsatz des Unterharzes, den »Hornburger Sattel«, zunächst die Mansfelder Mulde ab, während die kleinen Faltenkerne des Kyffhäuser und des in seiner südöstlichen Fortsetzung auftauchenden permischen Bottendorfer Höhenzuges die von der Unstrut umflossene Querfurter Spezialmulde abgrenzen.

Gegen N umsäumt der Harz, gegen S der Thüringer Wald die nach W geöffnete Mulde, die allerdings nach dieser Seite zunächst im Leinetalgraben und weiter südlich in der Grauwackeninsel der Unteren Werra und im Riechelsdorfer Gebirge einen

Digitized by Google

gewissen Abschluß gegen die südhannöversche und niederhessische Triaslandschaft findet.

Dabei besitzt der innere Bau der Mulde, abgesehen von den vorerwähnten Nebenmulden, manchfache Abweichungen vom regelmäßigen Bau. Der Nordflügel fällt flach vom Harzrande zur Goldenen Aue, zum Eichsfeld und zum Leinetalgraben ab und zeigt daher Zechstein und Buntsandstein in breitem Ausstrich. Der Südflügel dagegen richtet sich steil gegen den Thüringer Wald auf, so daß der Zechstein vielfach in der Randflexur dieses Gebirges liegt, und die Muschelkalk- und Keupertafeln der Muldenmitte (Dün und Hainleite) im Hainich, Ringgau und den Arnstädter Bergen weit gegen den Südrand der Mulde ausgreifen und vorspringen.

Dazu gesellen sich als weitere, den geologischen Bau komplizierende Erscheinungen in dem südwestlichen, dem Thüringer Walde genäherten Randgebiet der Mulde eine Reihe z. T. meilenweit ununterbrochen verfolgbarer Gräben als Folgewirkung der bei der Auffaltung der Gebirgskerne geschaffenen Zerrung und Zerreißung der einsinkenden Tafeln. Durch diese Gräben und die zahlreichen ihnen parallelen Gebirgsbrüche wird die Trias-Landschaft längs des Thüringer Waldes bis weit hinein nach Niederhessen in herzynische Streifen und Schollen zerlegt. — Als Beispiele seien genannt: der »Eisenacher Graben«, der den Ringgau auf der Nordseite begrenzt, und der »Gothaer Graben«, dem die in der Thüringer Geologie und Geschichte gleich berühmten burgengekrönten »drei Gleichen« ihre Formung verdanken. — Aber auch im Innern der Mulde fehlen die gleichen Erscheinungen nicht gänzlich. So zieht aus der Gegend von Camburg a. d. Saale eine Störungs- und Aufrichtungszone an der Grenze der das Muldeninnere erfüllenden Keuperlandschaft, in herzynischer Richtung dem Rande der Finne und Schmücke folgend, bis zur Unstrut. Längs der Finne entwickelt sich die Störung zu einer bedeutenden Überschiebung.

Dem gleichen System gehört der große Gebirgsbruch an, der den Nordrand des Kyffhäuser-Gebirges, dieses verkleinerten Harzmodells, gegen die eingesunkene »Goldene Aue« begrenzt.

Digitized by Google

Auch das eigentliche Südharz-Randgebiet ist namentlich in der Gegend von Nordhausen reich an herzynisch gerichteten Verwerfungen. — Nahezu senkrecht zu dieser Richtung durchqueren zwei Gräben mit eingesunkenen Kreideschollen die Muschelkalktafel des Ohmgebirges bei Worbis, als letzte Zeugen einer einstigen ausgedehnten Kreideüberdeckung auch jenes südharzer Gebietes.

Über die Einzelheiten des geologischen Baues der Südharz-Thüringer Hauptmulde sowohl, als der von ihr abgezweigten Mansfelder und Querfurter Spezialmulden geben die zahlreichen Blätter der 25000teiligen Geologischen Karte, sowie ferner die Geologische Karte der Mansfelder Mulde (1:100000) und endlich das einleitende Kapitel der Festschrift der Mansfeldschen Kupferschiefer-bauenden Gewerkschaft zum X. Allgemeinen Deutschen Bergmannstage Auskunft.

Das Werra-Gebiet.

Blickt man von einem der vorgeschobenen, isolierten Basaltkegel der Vorderrhön, etwa vom Beyer, Öchsen oder Dietrichsberg, gegen NO, so begrenzt der steil aufsteigende Thüringer Wald eine an seinem Fuße ausgebreitete, reich bewaldete, von zahlreichen sanft geböschten, lieblichen Wiesentälern durchfurchte Hügellandschaft, den Schauplatz des Kalibergbaues an der Werra. Im weiten Bogen und von breiten Schotterterrassen begleitet durchzieht die Werra mit ihren zahlreichen, hauptsächlich der Rhön entstammenden Nebenbächen dieses Buntsandsteingelände, dessen regelmäßig gelagerte Schichten kaum merklich nach SW, d. i. vom Thüringer Walde nach der Rhön hin, einsinken. Die mit steilem Anstieg über den Buntsandstein sich erhebenden Muschelkalkplatten der Vorderrhön, vielfach noch von Basaltkuppen gekrönt, begrenzen das durch große Regelmäßigkeit der Lagerung ausgezeichnete Gebiet gegen SW. Gegen Norden bildet das in der Verlängerung des Thüringer Waldes auftauchende Riechelsdorfer Gebirge, die Stätte eines einst blühenden Kupferschieferbergbaues, einen natürlichen Abschluß, während gegen NW jede natürliche Begrenzung fehlt, und der Buntsandstein gleichmäßig durch den Seulingswald bis zur Fulda und über diese hinaus bis zur Niederhessischen Tertiärsenke ausgreift.

Digitized by Google

Die einst vorhandene Muschelkalk- und Keuperbedeckung ist im Werragebiet durch Abtragung entfernt. Möglicherweise gingen auch die Ablagerungen des Jurameeres, von denen geringe Reste im Eisenacher und Waberner Graben (Niederhessen) und unter der schützenden Basaltdecke der Gleichberge bei Römhild, also an den Außengrenzen unserer Landschaft, erhalten sind, noch über dieselbe hinweg. Die Ablagerungen der Älteren Tertiärzeit blieben wohl auf das Rhöngebiet beschränkt. Dagegen sind in der Nähe von Gerstungen, ferner bei Horschlitt, Vacha usw. tief ausgewaschene, flachwandige, oberflächlich mit Diluvialschotter bedeckte Mulden in den Buntsandstein eingesenkt, deren Inneres mit pliocänen Fluß- und Beckenablagerungen erfüllt ist.

Zahlreiche Solquellen (Salzungen, Frauensee, Schmalkalden, Suhl usw.) deuten ebenso wie die massenhaft vorhandenen Erdfälle (Salzunger See, Frauensee, Breitunger Teiche, Hautsee u. v. a.) auf die weite Verbreitung von Salz und Gips im Untergrunde des Werragebietes hin. Der nördlich von Salzungen, parallel zum Thüringer Wald-Rande verlaufende Moorgrund bei Möhra ist eine große Geländeeinsenkung infolge der allmählichen Auslaugung und Fortführung des Salzes nahe am Ausgehenden der Zechsteinformation.

Im Thüringisch-Fränkischen Keupergebiet treten, namentlich südlich von Hildburghausen, zahlreiche schmale, auf mehrere Kilometer zusammenhängend verfolgbare, N—S gerichtete Basaltgänge auf. Die letzten Ausläufer derselben finden sich im Kaligebiet, freilich nicht mehr in Form ununterbrochener Spaltenfüllung, sondern reihenweise in NS-Richtung angeordneter Quellkuppen und vielfach absetzender Gänge. Eine der bedeutendsten dieser Linien läuft von den Hundsköpfen bei Salzungen über die Pflasterkaute und Stopfelskuppel bei Marksuhl. Den in der Nachbarschaft der Hundsköpfe angesetzten Bohrungen entströmt hier unter einem bis 33 Atmosphären steigenden Druck als letzter Hauch des vulkanischen Basaltherdes Kohlensäure, die im Grubenfelde von Beruhardshall aufgefangen und nutzbar gemacht wird. Die größten Ansammlungen des Kohlensäuregases finden sich auf Spalten und in Form mikro-

Digitized by Google

skopischer Einschlüsse im Salz. Sie werden bei Auflösungen desselben oder starker Erschütterung z. B. durch Sprengschüsse frei und haben im Anfang der Aufschlußarbeiten von Bernhardshall-Heldburg, ehe eine Entgasung durch planmäßige Durchörterung des Salzlagers stattgefunden hatte, für den Bergbau eine jetzt glücklich überwundene Gefahr bedeutet.

Das Fulda-Gebiet.

Die natürlichen Soolquellen von Salzschlirf und Johannisbad bei Fulda u. a. m. ließen erwarten, zwischen Rhön- und Vogelsgebirge die Fortsetzung der Zechsteinsalze unter der Buntsandsteinbedeckung zu finden. In der Tat haben eine Reihe von Bohrungen der letzten Jahre solche, unter ähnlichen Verhältnissen wie an der Werra, in der Gegend von Neuhof, südwestlich von Fulda, angetroffen, deren bergmännische Erschließung im Gange ist.

Die geologischen Verhältnisse sind ähnlich einfache wie an der Werra. Ein flaches Buntsandsteingewölbe senkt sich einerseits unter die Basaltdecke des Vogelsberges, andererseits unter die Muschelkalktafeln der Rhön ein und wird durchschnitten von einer Reihe von Gräben, deren größter in herzynischer Richtung südwestlich der Stadt Fulda verläuft. Weniger ausgeprägt ist ein wohl gleichaltriges Grabensystem, das ersteres nahezu rechtwinklig kreuzt. In den Gräben sind die eingesunkenen Reste der ehemals allgemeinen Muschelkalk- und Keuperdecke sowie das Tertiär erhalten geblieben. Zahlreiche Basalte, meist Quellkuppen und Gänge, durchbrechen den Buntsandstein. Das Hervorbrechen der basaltischen Massen in der Gegend von Fulda und den benachbarten Gebirgen dürfte zeitlich und ursächlich mit der Entstehung der erwähnten Gräben zusammenfallen.

Das hannöversche Faltungs- und Schollengebiet.

Das hannöversche Salzgebiet läßt sich zweckmäßig in ein nördliches und in ein südliches gliedern. Letzteres gehört dem gebirgigen Teil der Provinz an und entwickelt sich ohne natürliche Grenze aus dem Südharzgebiet, insonderheit aus dem Eichsfelde und den westlich des großen Leinetalgrabens belegenen Buntsandsteinplateaus des Sollinger- und des Reinhards-Waldes. Dieses südhannöversche Gebiet begrenzt sich gegen Norden durch dieselbe

Digitized by Google

Linie, welche das norddeutsche Tiefland von dem gebirgigen Teil der Provinz scheidet. Der scharfe Rand, den das Wesergebirge von Minden bis zum Süntel bildet, findet zwar nach Südosten im Osterwalde eine unmittelbare Fortsetzung, doch springt der Deister aus dieser Linie weit nach Norden vor. Jenseits der Leine bilden der Eschersberg und der Hildesheimer Wald die Grenze beider Gebiete, die sich in der schmalen Triasumwallung der Innerste-Mulde über Grasdorf, Salzgitter bis in den gleichnamigen Höhenzug fortsetzt. Der Harlyberg endlich stellt die nach Norden verschobene Endigung des Salzgitterschen Höhenzuges bis zur Oker dar.

Der innere Bau dieses Gebietes wird beherrscht durch eine Reihe herzynischer Falten, die ihren deutlichsten Ausdruck finden in den Mulden von Markoldendorf, ferner denen des Ith und des Hils, den Mulden von Gronau-Alfeld und des Osterwaldes, der Hildesheimer Juramulde und der Innerste-Mulde. Zwischen diesen auf die Trias transgredierenden Jura- und Kreidemulden treten in bald breiteren, bald schmäleren Zügen, sattelförmig aufgewölbt oder zu steilen Kämmen aufgepreßt und dabei vielfach zersplittert, die Buntsandstein- und Muschelkalk-Faltenkerne zu Tage. An den Sollinger Wald schließt sich nördlich der Markoldendorfer Mulde die Buntsandsteinerhebung des Elfas und Vogler bei Stadtoldendorf; zwischen der Hilsmulde und der Gronauer Mulde verläuft die schmale Triaserhebung von Gandersheim bis Eime längs der Leine. Auf ihr bauen die Gruben Hohenzollern, Desdemona und Frisch-Glück. An die Gronauer Mulde schließt östlich der Sattel von Groß-Rhüden mit der Grube Carlsfund und nördlich der des Hildesheimer Waldes mit den Gruben Salzdetfurth und Hildesia an.

Neben der Faltung spielen die wohl zum größten Teil nahezu gleichalterigen Grabenbrüche in der Tektonik dieser Landschaft eine Rolle. Sind im Südharzgebiet noch bis weit nach Hessen hinein die herzynischen Brüche überwiegend, so beginnt mit dem Leinetalgraben zum ersten Male die Nordsüdrichtung sich maßgebend geltend zu machen. Indem beide Richtungen konkurrieren, entstehen gelegentlich Zwischenrichtungen der Bruchlinien und der Hebungslinien, wie solche namentlich in der komplizierten Um-

Digitized by Google

randung der Innerste-Mulde und auch weiter im nördlichen Hannover erkennbar sind.

Als nordhannöversches Salzgebiet kann man eine den Übergang zwischen dem Gebirgsterrain und dem eigentlichen Norddeutschen Tieflande vermittelnde Zone bezeichnen, die etwa durch die Linie Öbisfelde-Gifhorn-Celle-Verden sich nach N insofern willkürlich begrenzt, als die nach N fortschreitenden Tiefbohrungen den Zusammenhang der Salzablagerungen mit denen des weiteren Tieflandes herzustellen trachten.

Im Anschluß an den Gebirgsrand treten aus der hier noch dünnen Diluvialbedeckung zunächst einzelne Horste oder Pfeiler der Trias noch deutlich orographisch hervor. Dahin gehört vor allem südwestlich von Hannover die vielfach untersuchte, nordsüdlich streichende, fächerförmig gestellte Antiklinale, auf deren Ostflügel die Gruben Ronnenberg und Deutschland, auf deren Westflügel Hansa-Silberberg und Benther-Berg liegen. Auch der herzynisch streichende, halbierte Triashorst von Wunstorf am Steinhuder Meer gehört hierher, ebenso der schmale, nordsüdlich gestreckte Horst, auf dem die Gruben Hohenfels und Friedrichshall bauen und endlich der kleine, ringsum von Verwerfungen begrenzte Triaspfeiler von Wilhelmshall-Oelsburg bei Groß-Ilsede südlich von Peine. — Alle diese Horste sind umgeben von den Gliedern der Unteren Kreide, auf der die Obere Kreide in isolierten Schollen und Lappen unter der Diluvialdecke erhalten ist.

Die weiter nördlich bekannt gewordenen Trias-Zechstein-Horste treten orographisch nicht mehr hervor. Sie sind ausnahmslos nur von Diluvium bedeckt und werden umgeben von der hier mehr zusammenhängend verbreiteten Oberen Kreide, auf die sich, in einer nach N und NW immer mehr zunehmenden Mächtigkeit, marines Oligocän und Miocän unter dem gleichsfalls immer mächtiger werdenen glazialen Diluvium auflagert.

Die Umgrenzung der Horste erfolgt, soweit die Bohrungen erkennen lassen, durch meist steil einfallende Verwerfungen, auf denen z. B. in der Gegend von Wietze bei Celle das Erdöl aufsteigt.

Digitized by Google

Die Anordnung und Richtung der einzelnen Horste läßt bisher eine Gesetzmäßigkeit nicht erkennen, doch scheint die Ost-West-Richtung und die Nord-Süd-Richtung vorzuherrschen. Auch ihr innerer Bau ist bisher mangels irgendwelchen dort umgehenden Bergbaues noch wenig bekannt, indeß steht soviel fest, daß es keineswegs horizontale Tafeln, sondern vielmehr stark gepreßte, gefaltete und von Verwerfungen durchzogene Pfeiler sind, die das Zechsteinsalz beherbergen.

Ein grundsätzlicher Unterschied des geologischen Baues dieses durch außerordentlich zahlreiche Bohrungen aufgeklärten Gebietes von dem noch zu besprechenden, angrenzenden eigentlichen Tieflandsgebiet dürfte kaum bestehen.

Das Norddeutsche Tieflandsgebiet.

Die Erkundung des unter Quartär- und Tertiär-Bedeckung ruhenden Felsgerüstes des Norddeutschen Tieflandes ist eine Aufgabe, die noch Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird; es ist daher zur Zeit noch unmöglich, ein einigermaßen getreues Bild desselben zu entwerfen. Die ausgeführten Tiefbohrungen verteilen sich zu ungleichmäßig über die gewaltige Fläche, und die seltenen Punkte, an denen vortertiäre Massen zu Tage treten, geben keinen genügenden Anhalt für eine zuverlässige Konstruktion. Soviel steht jedoch wohl fest, daß in dem ganzen Gebiet nördlich des verlängerten Magdeburger Uferrandes, d. h. nördlich der Linie Bremen-Magdeburg-Liegnitz-Breslau die Basis des Tertiär und Quartär der weitaus größten Masse nach von der Kreideformation, in geringem Maße auch von jurassischen Schichten, eingenommen wird. Der Faltenwurf dieser Formationen, die übergreifend der Trias auflagern, gleicht vermutlich der analogen Bedeckung der gefalteten Triasbildungen in dem subhercynischen Gebiet. Ueberhaupt dürfte wohl kein anderes Gebiet bezüglich seines Baues dem verhüllten Untergrunde Norddeutschlands mehr entsprechen als dieses Hügelland nördlich des Harzes mit dem anschließenden Gebiet Hannovers. Nur dürfte die Jura-Kreideüberdeckung geschlossener und mächtiger sein. Aber auch sie wird offenbar wie in dem subhercynischen Gebiet vielfach unterbrochen durch Horste, in denen die Zechstein- und Triasschichten durchstoßen.

Digitized by Google

Das östlichste Beispiel eines solchen bietet der nordsüdlich streichende, von zwei nach Süden bogenförmig konvergierenden Verwerfungen umschlossene Zechsteinsalzhorst von Hohensalza in der Provinz Posen, der von Schichten des Weißen Jura allseitig umlagert ist. Weniger klar sind die Lagerungsverhältnisse bei dem benachbarten Zechsteingipsvorkommen von Wapno bei Exin.

Der altberühmte Gipsberg von Sperenberg, südlich von Berlin bezeichnet gleichfalls einen solchen Horst von noch unbekannter Ausdehnung und Gestalt.

Desgleichen gehört der vom Inlandeise abgeschliffene Muschelkalkberg von Rüdersdorf bei Berlin einem schmalen, SW-NO streichenden Pfeiler an, dessen eine Hälfte an einer streichenden Sattelspalte abgesunken ist.

Hart am »Magdeburger Uferrand«, zwischen Wolmirstedt und Neuhaldensleben, verzeichnete bereits 1864 die vorzügliche Ewald'sche Geologische Karte der Provinz Sachsen einen der Grauwacke aufgelagerten, gegen NO einfallenden Zechsteingips an der Ohre, als Beweis für eine nördlich des Flechtinger Höhenzuges unter dem norddeutschen Tiefland sich anlagernde, neue große Zechstein-Triasmulde, deren Randgebiet neuerdings durch die Bohrungen der Gewerkschaften Bismarckshall und Moltkehall salzführend erschlossen wurde.

Bei Lüneburg wird das Salz aus einem fast kreisrunden, von Trias und Kreide umgrenzten, in der Mitte durchbrochenen Zechsteinpfeiler in 1000jährigem Solbetriebe gewonnen.

Unfern Jessenitz und Lübtheen in Mecklenburg gab der zu Tage aufgepreßte Gips der Zechsteinformation Veranlassung zur Aufsuchung der stark gefalteten und gestauchten Kalisalzlager, die nunmehr bereits in zwei Bergwerken erschlossen sind. Auch hier handelt es sich sicher um einen wahrscheinlich hercynisch streichenden, stark zerdrückten Horst, dessen Begrenzung noch unbekannt ist.

Auch das bei Stade, Segeberg, Lieth und endlich in Helgoland auftauchende rote, zumteil salz- und gipsführende Gebirge gehört ausnahmslos Horsten an, die aus der mächtigen Kreidedecke hervorragen. Insbesondere bei Helgoland stellen die aus Muschelkalk

Digitized by Google

bestehenden, nordöstlich streichenden, von Kreide umlagerten Klippen, die der Insel vorgelagert sind, die abgesunkene Hälfte eines Horstes dar, während die Hauptinsel den stehengebliebenen, aus Buntsandstein und Zechstein zusammengesetzten Pfeiler repräsentiert.

Selbst in der nordwestlichen Öffnung der Münster'schen Kreidebucht tauchen bis in das holländische Grenzgebiet hinein kleine Triashorste aus der Kreidedecke auf, von denen der bekannteste der südlich von Bentheim gelegene Horst von Ochtrup ist.

Sie leiten über zu den neuerdings erschlossenen Kalisalzvorkommen im Niederrheinischen Grabengebiet.

Die Gesamtheit des Felsgerüstes des Norddeutschen Tieflandes stellt sich demnach wahrscheinlich als eine gefaltete Kreidelandschaft dar, aus der, in noch unbekannter Zahl und in noch unbekannten Richtungen angeordnet, kleine Inseln und Horste älteren Gebirges hervortauchen. An sie schloß die bergmännische Tätigkeit zur Aufsuchung der überall in der Tiefe verbreiteten Salzlager an. Da jedoch unter Quartär, Tertiär und Kreidedecke das Salz in unerreichbarer Tiefe liegt, stellen diese Horste die einzigen kleinen Streifen dar, in denen der ungeheuere Salzreichtum des Norddeutschen Tieflandes in gewinnbare Höhe gerückt ist.

Karten und Profile.

Die vorstehenden Ausführungen finden ihre bildliche Ergänzung sowohl in der von den Herren Everding und Einecke bearbeiteten Geologischen Übersichtskarte der Kaliverbreitung im mitteldeutschen Zechstein (Anlage II), als auch in 3 durch das Gebiet dieser Karte gelegten Profilen derselben Verfasser.

Die Übersichtskarte läßt durch die Farbengebung klar die von ihrer ehemaligen Zechsteindecke befreiten Gebirgskerne, ferner das Ausgehende der Zechsteinformation, die kalifreien und die kaliführenden Flächen und endlich die großen Störungszonen erkennen. In den als kaliführend bezeichneten Flächen ist durch die Intensität des roten Farbentones noch die größere oder geringere Tiefe, in der sich die Kaliablagerungen befinden, zum Ausdruck gebracht. Auf diese Weise entstand, namentlich im subhercynischen und hannöverschen Gebiet, ein Bild, aus dem gleichzeitig die Lage und Verbreitung der Hebungslinien und Horste hervorgeht.

Digitized by Google

Für die Konstruktion der Profile dienten in erster Linie die Spezialaufnahmen der geologischen Landesanstalt; zur Ergänzung wurde benutzt die Ewald'sche Karte der Provinz Sachsen. Daneben wurden die Ergebnisse der zahlreichen Tiefbohrungen und Schachtanlagen verwertet, von denen einzelne, direkt in die Linie der Profile fallende, auf denselben angegeben sind. Die fünffache Überhöhung war geboten, um das Oberflächenbild, in dem sich die älteren Gebirgskerne des Harzes und des Thüringer Waldes als Höhenrücken hervorheben, einigermaßen sichtbar zu machen. Selbstverständlich bleibt bei derartigen Konstruktionen, wie den vorliegenden, mancherlei unsicher, aber es ist mit peinlicher Sorgfalt darauf geachtet, daß die Darstellung eine möglichst naturgetreue wurde. Wo die Konstruktion von Störungen notwendig war, ist sie stets im Sinne analoger Beobachtungen erfolgt.

Profil I durchschneidet vom nördlichen Harzrande ausgehend, zunächst quer die Magdeburg-Halberstädter Mulde bis zum Flechtinger Höhenzug und ist dann durch das diluvialbedeckte Norddeutsche Tiefland bis zu der bei Altmersleben unfern bei Kalbe an der Milde auftauchenden Muschelkalkscholle fortgesetzt. Harz und Flechtinger Höhenzug sind als abradierte Faltenkerne dargestellt, an deren Nordrande die überkippten Schichten widersinnig einfallen. Der Staßfurt-Egelner Rogensteinsattel und der Aschersleb ener Nebensattel mit den Auslaugungserscheinungen an ihren Sattelköpfen kommen deutlich zum Ausdruck.

Profil II ist gleichfalls quer zur hercynischen Richtung konstruiert. Mit der großen Überschiebung am Rande der Finne hängt die Aufbiegung des Muschelkalkplateaus bei Rastenberg zusammen. Der flache gegen Nordost sich anschließende Roßlebener Sattel zeigt deutlich die Auslaugungserscheinungen im Gefolge der zahlreichen kleinen Sattelspalten. Daran schließt sich die regelmäßige Querfurter Mulde und, von ihr nur durch den kleinen Teutschentaler Buntsandsteinsattel getrennt, die Mansfelder Mulde. Über die Hettstedter Gebirgsbrücke führt dann das Profil durch den östlichen Teil der Magdeburg-Halberstädter Mulde, die ihrerseits noch durch den Paschlebener Grauwackenvorsprung in zwei

Digitized by Google

ungleiche Teile geteilt wird. Bohrungen im östlichen Anhalt ermöglichten schließlich, das Profil noch über die östliche Fortsetzung des Flechtinger Höhenzuges in der Richtung über Zerbst bis zum Beginn der norddeutschen Triasmulde zu verlängern.

Profil III endlich folgt im ganzen gleichfalls der Südwest-Nordostrichtung. Beginnend bei dem basaltischen Vogelsberge, durchschneidet es das von tiefen Gräben durchzogene Buntsandsteintafelland der Fulda und gewinnt über die von Muschelkalkplatten bedeckte Vorderrhön Anschluß an die flach zum Thüringer Wald aufsteigende Buntsandsteintafel des Werragebietes. Vom Thüriger Wald wird nur die äußerste Nordwestspitze bei Eisenach geschnitten. Hier ist zunächst die nördliche Randverwerfung des Gebirges mit den zahlreichen parallelen Brüchen und Grabeneinsenkungen dargestellt. Weiter durchquert das Profil das Thüringer Triasbecken bis zum Eichsfeld, trifft schließlich die als Zeugenberge anzusehenden, durch ihre reichen unterirdischen Kalischätze berühmt gewordenen Bleicheröder Muschelkalkberge und endet am südlichen Harzrand bei Sachsa.

Digitized by Google

1. Der Stand der Salzlagerstättengeologie.

Die Erschließung des Verbreitungsgebietes der Kalisalze. — Die Entwicklung der Salzlagerstättenforschung. — Ersatz der Ausdrücke „sekundär" und „primär". — Salzmineralien und Salzgemenge. Vorschläge zu einheitlicher Benennung.

Die Erschließung des Verbreitungsgebietes der Kalisalze.

Der deutsche Kalisalzbergbau hat seinen Ausgang genommen im inneren Bogen der Magdeburg-Halberstädter Zechsteinmulde. Am Südostende des herzynisch gerichteten Staßfurt-Egelner Buntsandsteinsattels entstanden hierselbst in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die ersten beiden Kalibergwerke v. d. Heydt und Leopoldshall. Etwa fünfzehn Jahre später folgten ihnen die anderen auf dem gleichen Buntsandsteinzuge angesetzten Werke nach. Die folgenden Jahrzehnte brachten alsdann eine ungeahnte Entwicklung des Kalibergbaues. Schritt für Schritt drangen die Unternehmungen, immer den Hebungslinien der gemeinsam gefalteten, permisch-triadischen Gebirgsschichten folgend, nördlich und südlich um den Harz herum vor. Sie schlossen sich am nordwestlichen Ende dieser von seiner permisch-mesozoischen Auflagerungsdecke längst wieder befreiten, höchsten Gebirgswelle Mitteldeutschlands zusammen, drangen in das mittlere Hannover ein und wurden in den letzten Jahren in fieberhafter Hast bis weit in die nördlichen und nordwestlichen Teile dieser Provinz vorgeschoben.

Wo man erwarten durfte, Zechstein in bergmännisch erreichbarer Tiefe zu treffen, hoffte man, mit ihm auch Kalisalzlagerstätten zu erschließen, und diese Hoffnung blieb, sofern der Zechsteinhorizont erreicht wurde, selten ganz getäuscht.

Auch unmittelbar jenseits der nordöstlichen Parallelschwelle des Harzes, am Nordrande des sogenannten Flechtinger Höhenzuges, wurde die permische Kalilagerstätte in einer Reihe glücklicher Bohrungen angetroffen. Nordöstlich von dieser

Digitized by Google

fast 300 km langen, von Öbisfelde über Magdeburg bis Görlitz verfolgbaren, herzynischen Hebungslinie breitet sich die märkische Tiefebene aus. Daß auch in ihr der Kalihorizont nicht fehlt, beweisen die bekannten Bohrlochsfunde von Sperenberg und Rüdersdorf und die weit nördlich, im Mecklenburgischen gelegenen Kaliwerke Jessenitz und Friedrich-Franz. Auf einem am weitesten nach Nordosten vorgeschobenen Posten liegt die Salzlagerstätte von Hohensalza, in der freilich Kalisalze nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Wenn auch das Untergrundrelief dieses weiten, märkischen Gebietes unter der diluvialen Auflagerungsdecke verschleiert liegt, so beginnt doch dieser Schleier an einigen Stellen sich heute schon zu lichten. Die Fülle der Beobachtungen in dem anschließenden, ähnlich gestalteten Gebiete des nördlichen Hannover, die allmählich gewonnene Erkenntnis von der Einheitlichkeit des letzten großen Prozesses der Gebirgsfaltung, der Mitteldeutschland betroffen hat, und das Verständnis für das Wesen desselben lassen wenigstens die Hauptzüge des unterirdischen Faltenwurfes, wenn auch noch verschwommen, durch Diluvium und Tertiär hindurchschimmern. Das rechtfertigt die Erwartung, diese weiten Flächen einmal planmäßig aufschließen zu können und damit schneller und sicherer Klarheit zu gewinnen, als das im nördlichen Hannover geschehen ist.

Zwischen dem Harz und seiner südlichen, großen Parallelschwelle, dem Thüringer Walde, liegt die ruhig gelagerte, nordthüringische Keupermulde, die bei der großen Tiefe, in der hier der Salzhorizont erwartet werden muß, zu Bohrunternehmungen wenig Anreiz bot. Am Südrande des Thüringer Waldes, unter den in der Gegend des Werratales ausstreichenden Buntsandsteinschichten, wurden jedoch die Zechsteinsalze alsbald wieder in großem Umfange erschlossen, und die letzten Jahre schoben die Grenze der Aufschlüsse abermals um ein Bedeutendes nach Südwesten hin vor durch die zwischen dem Fuldatale und dem Vogelsberge bei Neuhof und Giesel gemachten Kalifunde.

Erstaunlicher noch wirkte das Bekanntwerden der anfänglich sorgfältig geheim gehaltenen Kaliaufschlüsse am Niederrhein, die

Digitized by Google

hier in den das produktive Steinkohlengebirge überlagernden Zechsteinschichten in einer großen Zahl von Bohrungen gemacht worden sind.

Der kleine Staßfurt-Egelner Bezirk, in dem man seiner Zeit die Kalikammer Deutschlands glaubte sehen zu müssen, hat damit eine ungeahnte Ausdehnung erhalten, und die Grenzen der engen Zechsteinmeeresbucht, in der man sich hier die Salzablagerungen entstanden dachte, haben sich fast ins Ungemessene verschoben.

Die Entwicklung der Salzlagerstättenforschung.

Je weiter man hinausdrang aus dem Heimatsbezirke des Kalibergbaues, um so wechselvoller wurde die Gliederung der Salzablagerungen, um so mannigfacher und schwerer vereinbar die Typen der Lagerstätten, und vielfach um so komplizierter der tektonische Aufbau des Gebirges.

Die bekannte Theorie von der Entstehung der Zechstein-Salzablagerungen aus eingeengtem Meereswasser, die den im Bezirke des Staßfurt-Egelner Sattels studierten Verhältnissen in so genialer Weise gerecht wurde, ließ den neuen Problemen gegenüber im Stich. Der immer schneller anwachsenden Fülle der Erscheinungen vermochte die wissenschaftliche Deutung nicht zu folgen. Man erbrach die Lagerstätten, ohne den Schlüssel zu ihrer Aufschließung zu haben, und machte so manch kostspielige Erfahrung, die hätte gespart werden können, oder ließ sich manche Chance entgehen, die von der Natur gegeben war.

Ein Grund zu diesen Verhältnissen liegt darin, daß bei der rapiden Entwicklung der letzten Jahre vielleicht kaum ein einzelner seither Gelegenheit gehabt hat, das ganze Gebiet gleichmäßig geologisch zu durchforschen, vielmehr die einzelnen Verbreitungsbezirke unter verschiedene Forscher und Gutachter verteilt blieben. So wurden zwar örtliche Verhältnisse und Einzelheiten studiert, ein innerer Zusammenhang der Erscheinungen kam jedoch, da die Betrachtung aus der Vogelperspektive fehlte, nicht zustande. Die Ablagerungen getrennter Bezirke schienen vielfach miteinander nicht vereinbar, und der Zwiespalt der Ansichten geht bis heute soweit, daß immer noch die Meinung laut werden

Digitized by Google

kann, viele der gemachten Kalifunde beruhen gar nicht auf Zechstein-, sondern auf Rötsalzen.

Ein anderer Grund liegt darin, daß die Weiterentwicklung der Kenntnis von der Genesis der Zechsteinlagerstätten seither vorwiegend durch Chemiker und damit zunächst nach rein chemischen Gesichtspunkten erfolgt ist. So wertvoll und bewunderungswürdig diese Forschungen aber auch sind, so lagen die neuen Probleme, welche die Salzlagerstättenkunde mit dem Fortschreiten der Aufschlüsse bot, doch nicht zunächst auf chemischem Gebiete. Ihrem rein chemischen Bestande nach treten in den neu erschlossenen Bezirken die gleichen Salzarten auf wie in der Staßfurter Gegend auch. Gänzlich abweichend aber wird der petrographische Habitus dieser Salze, die Art und Örtlichkeit ihres Auftretens im Verbande der übrigen Lagerstättenglieder, die wechselvolle und vielfach schwer vereinbare Gliederung des Profils in den einzelnen Aufschlußgebieten, das scheinbare Verlorengehen der organischen Entwicklung der ganzen Ablagerung aus dem Liegenden bis in die hangenden Schichten, das doch gerade für die Ablagerungen des Staßfurter Bezirks so charakteristisch und für ihre Erklärung so wesentlich schien. Betrachtet man die Salze lediglich als abstrakte, chemische Begriffe und begnügt man sich mit einer Untersuchung lediglich ihrer chemisch-genetischen Beziehungen und ihrer chemisch-physikalischen Existenzbedingungen, so wird das in der Staßfurter Gegend einmal gewonnene Ergebnis einfach auf die geologisch so abweichenden Verhältnisse der jüngeren Bezirke übertragbar scheinen. Man wird die Salze oder Salzgemenge, die man dort als primitive, ozeane Bildungen erkannt hat, auch hier als solche hinnehmen, und man wird andererseits diejenigen, welche dort als sekundäre, metasomatische Produkte gedeutet werden konnten, auch hier von vornherein als solche gelten lassen.

Tatsächlich hat dieser so weit verbreitete Trugschluß die Weiterentwicklung der Salzlagerstättengeologie außerordentlich verzögert. Alle die oben angeführten geologischen Momente bleiben dabei unberücksichtigt. Sie aber müssen — freilich im Einklang

Digitized by Google

mit den Ergebnissen der chemischen Wissenschaft — für die Lagerstättendiagnose doch die ausschlaggebenden bleiben, will man nicht an Stelle eines natürlichen ein schematisches Bild erhalten.

Ersatz der Ausdrücke „sekundär" und „primär".

Von den zahlreichen Salzmineralien, welche nach und nach in der permischen Salzformation bekannt geworden sind, sind nur die folgenden als wesentliche Bestandteile am Aufbau der Kalilagerstätten beteiligt:

Steinsalz, $NaCl$,
Kieserit, $MgSO_4 + H_2O$,
Sylvin, KCl,
Carnallit, $KCl + MgCl_2 + 6\,H_2O$,
Kainit, $KCl + MgSO_4 + 3\,H_2O$.

Das Vorkommen des letztgenannten Salzes, des Kainits, ist nahezu ausschließlich beschränkt auf Umbildungszonen, welche die Schichtenköpfe und Sattelkuppen des unter der Decke der mesozoischen Formationen begraben gewesenen und gemeinsam mit dieser gefalteten Zechsteinhorizontes umfassen. Die anderen Salze finden sich sowohl in solchen Hutzonen, wie in den nach der Tiefe hin anschließenden, in ihrer permischen Entwicklung erhaltenen Salzlagern. Die Struktur und Erscheinungsweise der Salze ist in beiden Fällen eine sehr verschiedene. Man nannte die in den Hutzonen auftretenden Salze von jeher sekundäre, die aus der Permzeit überlieferten im Gegensatz dazu primäre. Als dann von einigen Forschern erkannt wurde, daß auch in der Zechsteinzeit bereits Umbildungen und Umlagerungen eines ursprünglichen Salzmaterials Platz gegriffen haben müssen, gewöhnte man sich, die hierher gerechneten Bildungen ebenfalls als sekundäre zu bezeichnen.

Beide Stadien der sekundären Umbildung liegen durch den ungeheuren Zeitraum getrennt, der durch die Ablagerung der gesamten Trias, der Jura- und vielleicht auch noch der Kreidezeit repräsentiert wird. Die in beiden Umbildungsperioden entstandenen Salzkombinationen sind ihrer rein chemischen Beschaffenheit nach etwa die gleichen, ihrer Struktur und Erscheinungsweise sowie der Örtlichkeit ihres Auftretens nach aber wieder sehr verschiedene.

Digitized by Google

Da die Ansichten darüber, ob gewisse Salzkombinationen, die für Umbildungen eines ursprünglich abgelagerten Materials gehalten werden, dem einen oder dem andern Stadium der Umbildung angehören, bis heute sehr geteilte sind, das entstandene Produkt von beiden Richtungen aber gemeinsam als sekundäres bezeichnet wird, so ist diese Benennung eine höchst mißverständliche. Die Verwirrung wird zu einer vollkommenen dadurch, daß ja auch die etwa in einem permischen Umbildungsstadium entstandenen Salze unter den aufgewölbten Schollen der Triasdecke in die spätere Hutzone gelangt und hier einer nochmaligen Umbildung unterworfen sein müssen. Dieser Hutumbildung gegenüber kann man das Material eines permisch umgebildeten Lagers ebenso gut wieder ein primäres nennen, wie man es dem permischen Muttermaterial gegenüber als ein sekundäres ansprechen konnte.

Die Entscheidung der Frage, ob eine Salzablagerung in dem einen oder anderen Sinne primär, oder ob sie in dem einen oder anderen Sinne sekundär ist, ist dabei für die Beurteilung einer Lagerstätte, für die Orientierung im Profil, für die Disposition von Aufschlußarbeiten vielfach von großer praktischer Bedeutung. Soll in die Salzlagerstättengeologie Übereinstimmung und Klarheit gelangen, so ist es zunächst erforderlich, an Stelle der doppelsinnigen Bezeichnungen sekundär und primär neue Werte einzuführen, die die genetischen Beziehungen der Ursprungsform zu den verschiedenen Umbildungsformen der Lagerstätten klar und treffend zum Ausdruck bringen.

Die gewaltige Mächtigkeit des permischen Salzhorizontes, die Reinheit des salinischen Materials und das Fehlen klastischer Einlagerungen, der innere Aufbau und die organische Entwicklung der Salzfolge lassen es außer Zweifel, daß jene Ablagerungen in ihrer ursprünglichen Form nur unmittelbar dem Meere, als dem weitaus wichtigsten Salzempfänger der Erdrinde, entstammen können.

Demzufolge wird man Salzablagerungen von solcher Zusammensetzung und solchem organischen Aufbau, daß sie als unmittelbar aus eingeengtem Meereswasser ausgeschiedene Bildungen gelten müssen, Mutterbildungen, ihr Material Mutterstein-

Digitized by Google

salz, Mutterkalisalz, ihren Organismus Muttersalzfolge nennen dürfen.

Salzablagerungen, die alsbald nach Abscheidung der Muttersalzfolge, noch während der Zechsteinzeit, aus der Umlagerung oder Umbildung des Muttermaterials hervorgegangen sind, stellen unmittelbare Abkömmlinge des letzteren dar. Sie sollen als deszendente Bildungen, ihr Material als Deszendenzsalz, der Zeitraum ihrer Entstehung als Deszendenzperiode gekennzeichnet werden.

Solche Salzumbildungen endlich, die erst in postpermischer Zeit, nach der Einbettung der Muttersalze wie der Deszendenzsalze unter der Decke der mesozoischen Schichten und nach der Auffaltung und Zerstückelung dieser Decke, entstanden zu denken sind, dürfen als posthume — d. h. nach der Einbettung entstandene — Bildungen bezeichnet werden. Zu den posthumen Bildungen gehören in erster Linie die Salze der oben schon erwähnten Hutzonen, daneben aber mannigfache andere, in größere Tiefen eingedrungene Umbildungen.

Bei den nachfolgenden Ausführungen sind die vorgeschlagenen Bezeichnungen zur Anwendung gelangt. Durch die Schilderung und Entwicklung ihrer wechselseitigen Beziehungen sollen sie Leben und Gestalt gewinnen.

Salzmineralien und Salzgemenge. Vorschläge zu einheitlicher Benennung.

Die oben genannten wichtigsten Mineralien der Kalilager kommen, wie schon bemerkt, mit Ausnahme des Kainits in allen drei Generationen der Salzbildung vor. Während man daher den Kainit wohl schlechthin als ein posthumes Salz ansprechen darf, ist es nicht zulässig, mit einem der anderen Salzmineralien ohne weiteres einen genetischen Begriff zu verbinden. Erst durch die Struktur und die petrographische Beschaffenheit, sowie durch die jeweilige Paragenesis der Mineralien wird der chemischen Substanz der Stempel ihrer Herkunft aufgedrückt.

Ein Steinsalz beispielsweise, das ursprünglich als Muttersalz ausgeschieden wurde, kann in der Deszendenzperiode als Steinsalz umgelagert worden sein und später als posthume Bildung einer nochmaligen Umkristallisation unterlegen haben. Chemisch bleibt das Material immer Steinsalz, während petrographisch

Digitized by Google

Muttersteinsalz, deszendentes und posthumes Steinsalz charakteristisch von einander verschieden sind.

So wenig wie den meisten der oben genannten Salzmineralien kann den Mineralkombinationen, den Salzgemengen, ohne weiteres ein genetischer Begriff beigemessen werden. Die Salzgemenge sind teils unmittelbare Ausscheidungen aus mehrfach zusammengesetzten Lösungen, teils Residuen oder Umbildungen, die durch nachträgliche Entziehung oder Zuführung eines Stoffes aus jenen primitiven Gemengen hervorgegangen sind. Die entstehenden Produkte können ihrer chemischen Zusammensetzung nach in beiden Fällen die gleichen sein. Erst die geologische Beurteilung der petrographischen Beschaffenheit und der Lagerungsverhältnisse läßt einen Schluß auf die Art und Zeit ihrer Entstehung zu.

Die sedimentär ausgeschiedenen Salzgemenge müssen eine Vergesellschaftung solcher Mineralien darstellen, die bei der jeweils gegebenen Zusammensetzung, Temperatur und Konzentration der ausscheidenden Laugen gleichzeitig, oder — infolge geringer Schwankungen von Temperatur, Konzentration und Zusammensetzung — in periodischem Wechsel abgesetzt werden konnten. Da die ausscheidenden Lösungen der Zechsteinzeit stets mehrfach zusammengesetzte gewesen sind, so bestehen die in einem hohen Stadium der Konzentration abgesetzten Kalilager in ihrer Gesamtheit nicht aus einem einzelnen Kalimineral, sondern aus einer Vergesellschaftung dieses Mineralelements mit zwei oder drei anderen Salzen. Dabei können freilich die einzelnen Schichtenglieder wieder, aus denen eine Kalilagerstätte sich aufbaut, in beliebiger Wechselfolge bald die Zusammensetzung eines einfachen Salzes, bald diejenige einer Salzkombination aufweisen.

Die praktisch und wissenschaftlich wichtigsten Salzgemenge gruppieren sich um die beiden Kalimineralien Sylvin und Carnallit. Die mit diesen in das Gemenge eintretenden Faktoren sind Steinsalz oder Steinsalz und Kieserit.

Für die beiden sylvinischen Gemenge sind bestimmte Benennungen allgemein eingebürgert. Man bezeichnet das Gemenge Sylvin + Steinsalz als Sylvinit, das Gemenge Sylvin + Steinsalz + Kieserit als Hartsalz.

Digitized by Google

Inkonsequenterweise ist eine entsprechende Unterscheidung bei den carnallitischen Gemengen nicht üblich. Das der Quantität nach vorherrschende Produkt des Kalibergbaus ist ein carnallitisches Salzgemenge, das neben Steinsalz und Kieserit nur etwa 55 pCt. des Mineralelementes Carnallit enthält. Trotzdem bezeichnet man es allgemein als »Carnallit«. Da unter der gleichen Bezeichnung auch eine Ablagerung verstanden wird, die nur aus Carnallit und Steinsalz besteht, und schließlich natürlich das Mineral Carnallit selbst, das als posthumes Produkt von Bedeutung ist, so führt die dreifache Bedeutung des Wortes Carnallit zu vielfacher Unklarheit. Es wäre höchst wünschenswert, für die carnallitischen Salzgemenge ähnliche Unterscheidungen einzuführen, wie sie für die sylvinischen Gemenge üblich sind.

Unter Anschluß an die eingebürgerten Bezeichnungen der Sylvinreihe wird vorgeschlagen, das Gemenge Carnallit + Steinsalz als Carnallitit, das Gemenge Carnallit + Steinsalz + Kieserit, weil es das Hauptprodukt des Kaliberghaus darstellt, als Hauptsalz zu bezeichnen. Der Name Carnallit bleibt wie der Name Sylvin dem reinen Mineral vorbehalten, die beide für sich nicht schichtenbildend auftreten.

Das posthume Leitmineral Kainit erscheint in den Hutzonen in solcher Verwachsung mit Steinsalz, daß man zweckmäßig auch für diese Kombination eine Bezeichnung einführen sollte, die das Gemenge von dem Mineral unterscheidet. Folgerichtig ergibt sich hierfür die Benennung Kainitit.

Die in Vorschlag gebrachten Bezeichnungen sind den nachfolgenden Ausführungen zugrunde gelegt worden.

Als akzessorische Bestandteile sind am Aufbau der Kalilager neben den genannten Salzgemengen einige andere Salzmineralien beteiligt. Die wichtigsten derselben sind:

Anhydrit, $CaSO_4$,
Borazit, $2Mg_3B_8O_{15} + MgCl_2$,
Langbeinit, $K_2SO_4 + 2MgSO_4$,
Schönit, $K_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$,
Bischofit, $MgCl_2 + 6H_2O$.

Digitized by Google

Weit verbreitet sind feine Beimengungen von Tonsubstanz.

In den Aufbau der salinischen Unterlage der Kalilager teilen sich Anhydrit und Steinsalz.

Wesentlich nur auf einen dicht unterhalb mancher Kalilager gelegenen Horizont beschränkt ist Polyhalit, $2CaSO_4 + MgSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2O$.

Digitized by Google

2. Das Staßfurter Zechsteinprofil.

Übersicht über das gesamte Profil. — Die Ochsenius'sche Barrentheorie.

Es ist ein eigenartiges Zusammentreffen, daß gerade in dem verhältnismäßig beschränkten Teile des ganzen Aufschlußgebietes, in dem der Kalibergbau seinen Anfang genommen hat, und der daher zuerst untersucht und bekannt geworden ist, die Zechsteinsalze zweifellos in ihrer ursprünglichsten Ausbildungsform und Entwicklungsreihe sich überliefert finden. Übersicht über das gesamte Profil.

Nur der Typus der gesamten Salzfolge, wie man ihn in großen Teilen des Staßfurt-Egelner Buntsandsteinsattels noch antrifft, entspricht völlig den theoretischen Anforderungen, die an eine unmittelbar aus eingeengten Meereswasserlaugen hervorgegangene Salzausscheidung gestellt werden müssen. Geht man daher davon aus, daß die gewaltigen Salzablagerungen der Zechsteinzeit in ihrer ursprünglichen Form nur unmittelbar dem Meere entnommen sein können, so muß man den Staßfurter Typus der permischen Salzformation als den Muttertypus und alle anders organisierten permischen Lagerstätten als Abkömmlinge aus diesem Muttertypus gelten lassen.

Schwerlich würde, wenn das Staßfurter Gebiet zufällig unerschlossen geblieben wäre, und der Bergbau seinen Ausgang etwa in Hannover oder am Südharz oder in der Werragegend genommen hätte, eine so einheitliche und klare Auffassung über die ursprüngliche Bildungsweise der Zechsteinsalze zustande gekommen sein, wie sie durch die von Ochsenius ausgebaute Barrentheorie gegeben werden konnte.

Der Staßfurter Typus des Zechsteinprofils zeigt in seiner reinsten Form von der Untergrenze des Buntsandsteins abwärts folgenden Aufbau:

Digitized by Google

zo3	20—30 m	Massige, rote Tone mit Anhydritknollen und Steinsalzschmitzen. An der Untergrenze eine 0,3—3 m mächtige Anhydritlage,
	50 m	Steinsalz,
	1—5 »	Anhydrit mit eingesprengten Steinsalzkristallen,
	5—15 m	Roter massiger Ton mit Anhydritknollen und Steinsalzschmitzen,
	100—150 m	Jüngeres Steinsalz,
zo	40-50-90 »	Hauptanhydrit,
	4—10 m	Grauer Salzton,
	30—40 m	Carnallitregion = Kalimutterlager,
	20—40 »	Kieseritregion,
	40—60 »	Polyhalitregion,
	300—500 »	Älteres Steinsalz (Anhydritregion).
zm	70—100 »	Älterer Anhydrit mit Einlagerungen von bituminösen Dolomitschiefern (Stinkstein) und mit 1 oder 2 Steinsalzlagern von zusammen 10—15 m Mächtigkeit,
zu	4—10 m	Zechsteinkalk,
	0,5—4 »	Kupferschiefer, Zechsteinkonglomerat.

Das Hauptglied des Unteren Zechsteins, der Zechsteinkalk, ist eine rein marine Bildung, wenn auch seine Fauna bereits die einer verarmten Flachsee ist. Alle über ihm folgenden Ablagerungen sind die Absatzprodukte nahezu bis zur Trockne eingeengter Meereswasserbecken und Laugenseen. Die Zwischenperioden vorwiegenden Trockenliegens werden durch eingelagerte Tonschichten repräsentiert.

Übersieht man das ganze Profil des Mittleren und des Oberen Zechsteins, die beide als ein organisch zusammengehöriges Ganzes zu betrachten sind, so ergibt sich zunächst eine Gliederung im großen durch die anhydritischen Schichtenstufen, die das jedesmalige Anfangsstadium eines Eindampfungsprozesses bezeichnen.

Digitized by Google

Mit den Anhydritmassen des Mittleren Zechsteins, dem älteren Anhydrit, beginnt die Ältere Salzfolge, die in ihrem weitaus größten mittleren Teile aus Steinsalz, dem sogenannten Älteren Salz besteht, in ihrem obersten Teile aber die Chlorkalium-Chlormagnesiumsalze des Meeres enthält. Dieses Endglied wird mit dem unterlagernden Steinsalz verknüpft durch die Verbindungsglieder der Polyhalit- und Kieseritregion, die organisch zu ihm überleiten.

Über dem trennenden Zwischengliede der Salztondecke folgt, wieder mit einer mächtigen Anhydritablagerung beginnend und mit Steinsalz sich fortsetzend, eine neue jüngere Salzfolge. Sie wird nicht wie die untere gekrönt durch eine Kalisalzregion, sondern abgeschnitten durch eine Ablagerung roter, mit Anhydritknollen durchsetzter Tone.

Oberhalb dieser Zwischenlagerung wiederholt sich die Kombination, Anhydrit mit überlagerndem Steinsalz, zum dritten Male. Diese jüngste, geringstmächtige Salzauflagerung enthält im Staßfurter Profil ebenfalls keine Mutterlaugensalze. Sie wird, wie die vorhergegangene, bedeckt durch eine Ablagerung stark mit Anhydritknollen durchsetzter und mit einer schwachen Anhydritlage beginnender, roter Tone, die nun zu den anhydritfreien Tongesteinen des Unteren Buntsandsteins überleiten.

Die Ochsenius'sche Barrentheorie.

Die von Ochsenius entwickelte und 30 Jahre hindurch bis zu seinem Tode vertretene Theorie über die Entstehung der Salzlagerstätten, die unter dem Namen »Barrentheorie« bekannt ist, sei in ihren Grundzügen hier kurz wiederholt.

Ochsenius ging davon aus, daß Salzlagerstätten von solcher Mächtigkeit, Reinheit und Einheitlichkeit der Entwicklung, wie sie in den salinischen Ablagerungen des Staßfurter Zechsteinprofils überliefert sind, weder durch bloße Überflutung des Meeres über flache Küstenlagunengebiete, noch auch durch Auslaugung des in den marinen Gesteinssedimenten enthaltenen geringen Salzgehaltes und durch Zusammenschwemmung desselben in Wüstenflächen (Wüstentheorie Walther's) entstanden sein können. Die einheitlich, organisch aufgebaute und von klastischen Einlagerungen freie

Digitized by Google

Salzfolge muß das Resultat eines einheitlichen Einengungsvorganges von Meereswasser sein.

Die im Meereswasser gelösten Salze stimmen ihrem Bestande nach im wesentlichen mit dem Material der permischen Lagerstätten überein, der Salzgehalt des Meereswassers beträgt aber im Durchschnitt nur 3 bis 4 pCt. Bei nur einmaliger Eintrocknung eines auch noch so tiefen Meeres könnten daher immer nur Salzablagerungen von verhältnismäßig ganz untergeordneter Mächtigkeit entstehen. Eine beliebige periodische Wiederholung dieses Entwicklungsvorganges aber durch etwa alsbald wieder eintretende neue Überflutungen kann nicht in Frage kommen, da man dann zur Erreichung der mittleren Mächtigkeit des Staßfurter Lagers schon mindestens 40 Hebungs- und Senkungsperioden des Ablagerungsgebietes in regelmäßigen Intervallen annehmen müßte, deren Wechsel immer gerade mit den Zeitpunkten der Eintrockuung und der Neufüllung zusammenzufallen hätten. Es müssen daher besondere Verhältnisse zur Erklärung herangezogen werden, welche eine kontinuierliche Zufuhr der Salze unmittelbar vom Ozean aus in das Eintrocknungsgebiet ermöglichten.

Diese Vorbedingung ist nach Ochsenius, in Anlehnung an die älteren Studien Miller's und Lyell's, dann gegeben, wenn eine Meeresbucht vom offenen Ozean durch eine Barre derart abgeschnürt ist, daß über die möglichst horizontale Oberkante dieses Dammes nur etwa soviel Meereswasser in die Bucht neu eintreten kann, als in ihrem Innern zu verdunsten vermag. Damit die Verdunstung eine erhebliche wird, ist ein regenarmes Klima und möglichste Abwesenheit von Süßwasserzuflüssen in die Meeresbucht erforderlich. Wäre die Barre niedriger, so würde, wie das z. B. an der Straße von Gibraltar der Fall ist, unter der einwärts gerichteten Oberströmung alsbald eine Unterströmung sich einstellen, welche die infolge beginnender Konzentration schwerer gewordenen und abwärts sinkenden Wasser des Busenmeeres wieder in den Ozean zurückführt. Wäre die Barre höher, so würde die kontinuierliche Verbindung mit dem Salzreservoir des Meeres fehlen. Unter den oben aufgestellten Bedingungen aber

Digitized by Google

wird alles von außen eintretende Ozeanwasser seinen Bestand an Salzen nach Verdunstung des Wassers im Innern des abgeschnürten Meeresteiles zurücklassen müssen.

So können Salzablagerungen entstehen, deren Mächtigkeit nur abhängig ist von der Zeitdauer des Prozesses und von der Tiefe des Verdunstungsbeckens. Zu unterst werden Calcium- und Magnesiumcarbonat, dann Calciumsulfat als die schwerstlöslichen Bestandteile des Meereswassers ausfallen. Darüber wird das Chlornatrium folgen. Die Masse der abgesetzten Salze wächst in die Höhe und zugleich mit ihr die darüberstehende, mit den leicht löslichen Bittersalzen des Meeres gesättigte Mutterlauge. Treten nun nicht besondere Umstände hinzu, so wird von dem Momente ab, wo die Oberfläche der Mutterlaugenschicht den Kamm des Barrendammes erreicht hat, bei weiterem Ansteigen ein Zurückströmen der schweren Lauge in den offenen Ozean eintreten, und zwar in der Form eines dem oberen Eintrittsstrom entgegengesetzt gerichteten Unterstromes.

In dieser Weise sind nach OCHSENIUS die von Mutterlaugensalzen freien Anhydrit- und Steinsalzablagerungen der verschiedenen geologischen Zeitalter entstanden; bei Bildung der Älteren, mit Mutterlaugensalzen gekrönten Salzfolge dieses Profils aber ist ein besonderer Ausnahmefall eingetreten. Es fand nämlich hier, noch bevor die Hauptmasse der nach oben anwachsenden Mutterlaugen den Barrenkamm erreichte und zurückströmen konnte, eine Erhöhung der Barre statt, durch welche die Verbindung des Verdunstungsbeckens mit dem Ozean aufgehoben wurde. Bei fortschreitender Eindampfung schieden sich nun die Bittersalze als hangende Schichtenfolge — nach der Reihenfolge ihrer Löslichkeit — über dem unterlagernden Steinsalz aus.

In diesen ihren Grundzügen bietet die OCHSENIUS'sche Barrentheorie eine logische und durchaus befriedigende Erklärung für die primitive Entstehung der gewaltigen, permischen Salzlagerstätten.

Die von WALTHER[1]) in Betracht gezogene Bildungsmöglichkeit der Salzlager aus der Zusammenführung des in älteren mari-

[1]) WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung, 1900.

Digitized by Google

nen Sedimenten hypothetisch enthaltenen Salzgehaltes in abflußlose Wüstenflächen ist von Ochsenius selbst in treffender Weise widerlegt worden.

Die Mächtigkeit und Einheitlichkeit der Ablagerung, der organisch-chemische Aufbau des Ganzen, das Fehlen klastischer Einlagerungen in den Salzmassen, die bei der auch quantitativ gewaltigen Zerstörung der als salzhaltig angenommenen Sedimente mit in das Depressionsgebiet gelangt sein müßten, bilden so gewichtige Gegengründe, daß für jene Theorie kein Raum bleibt.

Wenn aber das von Ochsenius in den 70er Jahren aufgestellte theoretische Gebäude in den oben geschilderten Grundformen somit auch das Fundament für eine genetische Deutung der ursprünglichen und demnächst auch der abgeleiteten permischen Salzlager bilden muß, so wird es in dem weiteren Ausbau, den Ochsenius ihm gegeben hat, den fortschreitenden geologischen Aufschlüssen und den neueren chemischen Forschungen nicht mehr gerecht. Da Ochsenius selbst es wenig verstanden hat, die einmal von ihm aufgestellten Thesen neuen, veränderten Erscheinungen anzupassen, so wird im folgenden seine Führung aus der Hand gegeben.

Digitized by Google

3. Die Ältere Salzfolge im Staßfurter Normalprofil.

Das Anhydritfundament. — Die Anhydritregion. — Die Übergangszonen der Kieserit- und Polyhalitregion. — Das Kalimutterlager.

Die hauptsächlichsten der im Meereswasser enthaltenen festen Bestandteile, welche sich sämtlich in der Schichtenreihe der Älteren, primitiven Staßfurter Salzfolge wiederfinden, sind: Das Anhydritfundament.

1. *Ca:* als Sulfat im Anhydrit und Polyhalit,
2. *Na:* als Chlorid im Steinsalz,
3. *K:* als Chlorid im Carnallit und Sylvin,
4. *Mg:* als Sulfat im Kieserit und im Polyhalit, als Chlorid im Carnallit.

Der nächst den Carbonaten des Ca und Mg bei weitem schwerstlösliche dieser Bestandteile ist das Calciumsulfat. Es mußte daher unmittelbar nach jenen, noch lange bevor eine gleichzeitige Sättigung an anderen Stoffen erreicht wurde, zu Boden sinken. Dementsprechend besitzen alle ursprünglichen Salzfolgen über einer untersten, dolomitischen Ablagerung ein Fundament von Calciumsulfat, und zwar erscheint dieses Salz, soweit es nicht nachträglich verändert ist, überall in der Form des Anhydrits und nicht in der des kristallwasserhaltigen Gipses.

Die chemische Erklärung dieses Umstandes hat früher Schwierigkeiten bereitet, weil man glaubte, daß zur Bildung des Anhydrits die wasserentziehende Wirkung konzentrierter Chlormagnesiumlaugen erforderlich sei. Da nun aber das Vorhandensein solcher Laugen zur Zeit des Ausfalles des liegenden Anhydrits noch nicht vorausgesetzt werden kann, so nahm z. B. Ochsenius im Widerspruch mit den später festgestellten Tatsachen an, daß das liegende Glied der Älteren Salzfolge nicht Anhydrit, sondern Gips sei. Heute weiß man, daß bei genügend hoher Temperatur bereits

Digitized by Google

eine gewisse gleichzeitige Konzentration der Lösung an Chlornatrium genügt, um das Calciumsulfat als Anhydrit ausfallen zu lassen.

In der Älteren Staßfurter Salzfolge spielt der Mittlere Zechstein die Rolle des Anhydritfundaments.

Der Aufbau des Mittleren Zechsteins ist, da er nur mit wenigen Bohrungen durchstoßen ist, und da er am Ausgehenden durch Auslaugung der Salzeinlagerungen und durch Umwandlung der Anhydrite zu Gips stark verändert wird, in seiner Tiefenentwicklung im einzelnen wenig bekannt. Einige Bohrungen in der weiteren Umgebung Staßfurts zeigen, daß er hier aus einer 80 bis 100 m mächtigen Anhydritablagerung besteht, die vielfach ein oder zwei, bis 15 m mächtige Steinsalzlager, sowie Lagen eines unter dem Namen Stinkstein bekannten, bituminösen Dolomitschiefers einschließt. Am Südharzrande tritt an deren Stelle ein 30—40 m mächtiger, von Anhydritknollen durchsetzter Dolomit, aus dem über Tage die zelligen Rauchwacken hervorgehen.

Bei dem Mangel an Beobachtungsmaterial verbietet es sich, auf eine genetische Deutung der Ablagerungen des Mittleren Zechsteins im einzelnen einzugehen, wie das für die wohlbekannten hangenden Schichten möglich ist. Es ist wahrscheinlich, daß diese Stufe des Zechsteins nicht in ihrer Gesamtheit den ersten Niederschlag des einheitlichen, großen Einengungsprozesses repräsentiert, aus dem die Ältere Salzfolge hervorging. Vielmehr werden die unteren Glieder derselben, welche ja auch bereits ein ältestes Salzlager umschließen, die Fundamente vorhergegangener Niederschlagsreihen darstellen, die durch Überflutungen oder Erosion alsbald nach ihrer Ablagerung zum Teil wieder abgetragen wurden, bis sich über diesen Resten die im Staßfurter Typus fast lückenlos überlieferte große und einheitliche Reihe der Älteren Salzfolge aufbauen konnte.

Da deren Anhydritfundament, das im oberen Teile des Mittleren Zechsteins enthalten ist, somit wohl transgredierend auf älteren Gebirgsgliedern ähnlicher Herkunft aufliegt, so erklärt sich hieraus die scheinbare Unbeständigkeit in der Ausbildung des Mittleren Zechsteins, welche in den Bohrungen hervortritt.

Digitized by Google

Die Anhydritregion.

Die Mächtigkeit der fundamentalen Anhydritablagerung eines Barrenmeeres ist abhängig von der Zeitdauer, die vergeht, bis die gleichzeitige Sättigung an Chlornatrium erreicht ist, diese wieder von der Stärke der Verdunstung und der Menge der Zuflüsse frischen Meereswassers. Es braucht daher die Mächtigkeit des Anhydrits zu der des überlagernden Steinsalzes durchaus nicht in demjenigen Verhältnis zu stehen, welches durch die Beteiligungszahlen beider Salze an den gelösten Bestandteilen des Meereswassers gegeben ist. Sobald jedoch neben der Sättigung an Anhydrit zugleich die Sättigung an Chlornatrium erreicht ist, wird bei der Abhängigkeit des beiderseitigen Sättigungspunktes von der Temperatur und deren periodischem Wechsel das beständige Oszillieren im Absatz beider Salze eintreten müssen, wie es in der durch die bekannten Jahresringe gebänderten Anhydritregion des Älteren Salzes zu beobachten ist. Hier wird die Stärke einer Anhydritlage zu der der darüberliegenden Steinsalzlage allerdings in dem durch die Zusammensetzung des Meereswassers gegebenen Verhältnis stehen müssen, sofern beide Lagen zusammen, der Annahme entsprechend, wirklich den gesamten Salzgehalt des während einer bestimmten Zeitperiode — wahrscheinlich eines Jahres — in das Barrenmeer eingetretenen Ozeanwassers darstellen. In der Tat ist dieses Verhältnis bei der durchschnittlichen Stärke der Jahresringe von 5—7 mm und der der Salzlagen von 8—10 cm ziemlich gewahrt.

Die Anhydritlagen des Älteren Salzes treten im Streckenquerschnitt meist als feine, scharf gezogene Schnüre heraus. Zuweilen erscheinen sie als durchbrochene Linien. Seltener bildet der Anhydrit zu unklaren Streifen angeordnete, flockige Einsprengungen im Steinsalz.

Die früher verbreitete Ansicht, daß die Anhydritlagen stets eine ebene Unterfläche, dagegen aber eine unregelmäßige Oberfläche aufwiesen, hat keine generelle Gültigkeit.

Da die Anhydritbildung durch hohe, die Salzausscheidung aber durch geringe Temperatur begünstigt wird, vertritt Precht die Auffassung, daß die Anhydritlagen während der heißen, die Salzlagen während der kalten Jahreszeiten entstanden sind, und

Digitized by Google

daß nur auf diese Temperaturdifferenz, nicht aber auf Laugenverdünnungen durch Wasserzuflüsse das Oszillieren der Niederschläge zurückzuführen ist.

Das Ältere Steinsalz ist lichtgrau gefärbt. Hellere oder dunklere Tönungen werden bedingt durch geringeren oder größeren Gehalt an beigemengten Anhydrit- oder Tonpartikelchen. Im Durchschnitt enthält das Ältere Salz

93—94 pCt. NaCl,
6—7 » Anhydrit und Ton.

Rotfärbung kommt im Älteren Steinsalz in seiner ursprünglichen Ausbildung nicht vor. Wo solche im Horizonte dieses Schichtengliedes — wie z. B. am südlichen Harzrande — beobachtet wird, handelt es sich nicht um das Muttersalz, sondern um einen nachträglichen Ersatz desselben durch ein neu zugeführtes Material. Hierauf wird in einem späteren Abschnitte ausführlich eingegangen werden.

Die Struktur des Älteren Salzes ist überwiegend grobspätig mit solcher Verwachsung der Kristallflächen, daß der Bruch meist verhältnismäßig eben erscheint. Seltener ist feinspätige Struktur.

Die Mächtigkeit des Älteren Salzhorizontes ist am Staßfurter Sattel durch das bekannte Bohrloch bei Unseburg mit 900 m durchsunken worden. Ähnliche Zahlen zeigen die Bohrungen von Rüdersdorf. Es ist jedoch anzunehmen, daß solche außergewöhnlichen Mächtigkeiten auf lokale Stauchung der bei der Gebirgsfaltung sich plastisch verhaltenden Salzmasse zurückzuführen sind. Die mittlere ursprüngliche Mächtigkeit des Älteren Muttersteinsalzes wird nach dem Eindruck, den man aus der Gesamtzahl der Bohrungen gewinnt, kaum mehr als 500 und kaum weniger als 300 m betragen haben. Wo diese Zahlen wesentlich unterschritten werden, wie bei Bernburg, oder in der Mansfelder Mulde, oder im Südharzgebiet, liegen nachträgliche teilweise Abtragungen des Muttersteinsalzlagers vor. Auch diese Verhältnisse werden in einem späteren Abschnitte zu erörtern sein.

Digitized by Google

Die Mächtigkeit einer Steinsalzablagerung ist im Sinne der OCHSENIUS'schen Voraussetzungen nur abhängig von der Dauer der einmal bestehenden Verhältnisse und von der Tiefe des Niederschlagsbeckens. Im vorliegenden Falle trat, wie oben theoretisch entwickelt, die Veränderung der Verhältnisse ein durch Aufhebung der Kommunikation des Laugenbeckens mit dem Ozean. Dieses Ereignis fand statt kurz vor dem Einsetzen der auf die Anhydritregion folgenden Polyhalitregion.

Die Übergangszonen der Kieserit- und Polyhalitregion.

Der Eindampfungsprozeß konnte in dem nunmehr abgeschlossenen Becken allmählich so weit fortschreiten, daß mit dem Calciumsulfat zugleich die Sulfate des Kaliums und des Magnesiums in Form des Doppelsalzes Polyhalit ausgeschieden wurden, derart, daß an die Stelle der Anhydritschnüre nun ebenso feine Lagen von dichtem, amorphen Polyhalit traten. Der Übergang von der Anhydritregion zu der etwa 50—60 m mächtigen Polyhalitregion ist kein unvermittelter. Es kommen (nach PRECHT) an der Untergrenze dieser Region sowohl abwechselnde Lagen von Anhydrit und Polyhalit, wie auch beide Mineralien gemengt in der gleichen Lage vor.

Nachdem in der Polyhalitregion ein verhältnismäßig nur geringer Teil des Kali- und Magnesiumgehaltes der Laugen in Form von Sulfaten ausgeschieden war, erreichte bei dem anwachsenden Chlormagnesiumgehalt der Mutterlauge das Existenzgebiet des Polyhalits seine Grenze.

Die Mutterlauge enthielt jetzt außer Brom- und Jodverbindungen neben Chlornatrium an wesentlichen Bestandteilen nur Chlorkalium, schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium.

Von diesen dreien spielt das letztere, obgleich es als selbständiges Salz ursprünglich nicht ausgeschieden ist, doch für die Gestaltung der beiden ersteren Stoffe eine besonders aktive Rolle.

Das Ergebnis der neueren chemischen Forschung läßt sich in dieser Hinsicht kurz zusammenfassen, wie folgt:

Hoher Chlormagnesiumgehalt der Mutterlauge bewirkt einerseits, daß das Chlorkalium nicht als einfaches Salz (Sylvin), sondern als Doppelsalz (Carnallit), und andererseits, daß das Magne-

Digitized by Google

siumsulfat nicht als Heptahydrat (Bittersalz), sondern als Monohydrat (Kieserit) zur Ausscheidung gelangt. Bei Temperaturen unter 73° ist zur Carnallitbildung erforderlich, daß die Mutterlauge wenigstens 25 pCt. $MgCl_2$, zur Kieseritbildung, daß sie wenigstens rund 29 pCt. $MgCl_2$[1]) enthält.

Ist der Chlormagnesiumgehalt der Lauge bei Erreichung der Sättigungspunkte von Chlorkalium und Magnesiumsulfat ein geringerer als der angegebene, so soll unterhalb der Temperaturgrenze von 73°, an Stelle von Carnallit und Kieserit, Sylvin und Bittersalz ausgefällt werden, die alsbald beide unter Kainitbildung zusammentreten müßten. Erst oberhalb der Temperaturgrenze von 73° soll, unabhängig von dem Chlormagnesiumgehalt der Laugen, das Magnesiumsulfat in der Form von Kieserit neben Sylvin zur Ausscheidung gelangen können. Das entstehende Salzgemenge würde in diesem Falle unter den Begriff Hartsalz gehören.

Da nun nach Precht im Meereswasser im Durchschnitt von zahlreichen Analysen auf je 100 Teile Chlormagnesium nur 15 bis 16 Teile Chlorkalium kommen, das Verhältnis von Chlorkalium zu Chlormagnesium sich hier also wie etwa 1 : 6 stellt, so können aus einer eingeengten Meereslauge bei Temperaturen unter 73° neben Steinsalz nur die Mineralien Kieserit und Carnallit als normale und ausschließliche Absatzprodukte hervorgehen; dabei müßte der Carnallit noch vor dem Kieserit zur Abscheidung gelangen.

Kainitbildung wird durch den hohen Chlormagnesiumgehalt einer Meereslauge überhaupt ausgeschlossen, und auch die oberhalb der Temperaturgrenze von 73° zugelassene Bildungsmöglichkeit von Hartsalz hat für Meereswassermutterlaugen kaum mehr als theoretische Bedeutung, denn die Sylvinbildung wird hier bei dem gegebenen Chlormagnesiumüberschuß, auch unter der geforderten hohen Temperatur, immer nur in ganz geringem Umfange neben gleichzeitiger, überwiegender Carnallitbildung möglich sein.

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen der chemischen

[1]) Die Prozentzahlen beziehen sich auf eine an Chlornatrium und Chlorkalium gesättigte Lauge

Digitized by Google

Forschung besteht die Kalisalzregion der Älteren Muttersalzfolge des typischen Staßfurter Profils als normales Produkt der chlormagnesiumreichen Meereswasserlaugen neben Steinsalz lediglich aus einer Wechselfolge der Mineralien Carnallit und Kieserit.

Eine gewisse Unstimmigkeit liegt freilich darin, daß nach den oben dargelegten theoretischen Erwägungen die Ausscheidung des Carnallits noch vor der des Kieserits erfolgt sein müßte, während tatsächlich, wie bekannt, sich aus der Polyhalitregion zunächst in allmählichem Übergang eine Kieseritregion und daraus erst eine Carnallitregion entwickelt.

Die erstere etwa 30 m mächtige Zone baut sich auf aus abwechselnden Lagen von Steinsalz und von Kieserit mit anfänglich geringer, nach oben zunehmender Carnallit-Beimengung. Die letztere besteht oberhalb einer Übergangszone aus wechselnden Carnallit- und Kieseritlagen mit zurücktretenden, einzelnen Steinsalzlagen und -bänken.

Precht hat nun zwar beobachtet, daß gerade an der unteren Grenze der Kieseritregion Schichten vorkommen, die Carnallit gemengt mit Kieserit enthalten, die bezeichnete Unstimmigkeit wird damit jedoch wohl kaum ganz beseitigt. Auch gibt Precht selbst ja an, daß es in der oberen Polyhalitregion, also wohl noch unter jenen carnallitführenden Kieseritschichten Schnüre gibt, die neben Polyhalit Kieserit und Anhydrit aufweisen.

Wenn man hiernach schon vermuten darf, daß es in der Natur wohl noch andere Bildungsmöglichkeiten für das Monohydrat des Magnesiumsulfats gegeben haben mag, als sie heute der chemischen Wissenschaft bekannt sind, so ist doch als Ergebnis dieser Erörterungen das festzuhalten, daß das ursprüngliche Endglied einer nach der Ochsenius'schen Theorie unmittelbar aus eingeengtem Meereswasser hervorgegangenen Salzlagerstätte neben untergeordnetem Steinsalz wesentlich nur aus Carnallit und Kieserit bestehen kann. Diese Salze müssen sich infolge der Temperaturdifferenzen der Jahreszeiten und des dadurch bedingten Oszillierens der Sättigungspunkte in wechselnden Lagen übereinander anordnen, in gleicher Weise, wie das in früheren Stadien des Pro-

Digitized by Google

zesses während der Bildung der Anhydrit- und Polyhalitregion der Fall gewesen ist.

Als die charakteristischen Kennzeichen einer unmittelbar dem Ozean entnommenen Salzablagerung, welche bis zur Abscheidung der Mutterlaugensalze vorgeschritten ist, dürfen danach nun die folgenden vier gelten:

1. Die organisch lückenlose Entwicklung aller Schichtenglieder in der Reihenfolge vom schwerstlöslichen zum leichtestlöslichen,
2. das Fehlen schroffer Übergänge,
3. das ganz überwiegende Vorherrschen des carnallitischen Kalisalzes in der obersten Region der Ablagerung,
4. die bankige Anordnung der gesamten Salzfolge.

Da der Staßfurter Typus der Älteren Salzfolge in seiner reinen Entwicklung allen oben aufgestellten Forderungen gerecht wird, so muß er als Urform einer im engsten Sinne ozeanen Salzablagerung angesehen werden. Ihn wird man daher im Sinne der eingangs vorgeschlagenen Benennungen als den Muttertypus und insbesondere die sogenannte Carnallitregion der Älteren Salzfolge als das Kalimutterlager schlechthin zu bezeichnen haben.

Das Kalimutterlager.

Das Kalimutterlager besteht, wie oben ausgeführt, aus den drei wesentlichen Elementen: Carnallit, Kieserit und Steinsalz in lagenförmiger Verwachsung. Das aus der Vergesellschaftung dieser drei Mineralien hervorgehende Salzgemenge ist nach der S. 33 gegebenen Definition »Hauptsalz« zu nennen, wobei allerdings mit dieser chemisch-mineralogischen Bezeichnung der genetische Begriff des Kalimuttersalzes, wie früher bereits ausgeführt wurde, nicht identifiziert werden darf. Wenngleich das ausschließliche Material des Kalimutterlagers auch ein Hauptsalz ist, so gibt es doch auch Hauptsalze anderer Herkunft und anderer Ausbildungsart, von denen später die Rede sein wird.

In seiner durchschnittlichen Zusammensetzung besteht das Hauptsalz des Kalimutterlagers aus etwa

55 pCt. Carnallit,
26 » Steinsalz,
17 » Kieserit.

Digitized by Google

Dazu treten als wichtige akzessorische Bestandteile 2 pCt. Anhydrit und etwas Borazit.

In der Wechsellagerung der drei Hauptelemente bildet das Steinsalz eine Art Gerippe, indem es in einzelnen, meist stärkeren dunklen Bänken heraustritt. Diese Steinsalzbänke schließen zwischen sich eine vielfache Wechselfolge von vorwiegend kieseritischen und carnallitischen Lagen ein. Dabei sind die letzteren beiden aber nicht etwa steinsalzfrei. Namentlich bestehen die carnallitischen Lagen auch in ihrer reinsten Entwicklung nicht aus dem Mineral Carnallit, sondern aus einer innigen Verwachsung von Carnallit mit feinen Steinsalzaggregaten, einem Salzgemenge also, das nach der früher gegebenen Nomenklatur zum Unterschied von reinem Carnallit als Carnallitit zu charakterisieren ist. Carnallit im eigentlichen Sinne kommt nicht als gebirgsbildendes Sediment, sondern nur als epigenetische Bildung vor.

Die Anordnung der Salzlagen des Staßfurter Mutterlagers bleibt auf weite Strecken von erstaunlicher Gleichmäßigkeit. Die mächtigeren und charakteristischen Steinsalzbänke im Kalimutterlager der Grube Neu-Staßfurt sind beispielsweise zu identifizieren mit denen der Grube Westeregeln, die nicht weniger als 15 km streichend von Neu-Staßfurt entfernt liegt. Auch in dieser Erscheinung spricht sich der einheitliche und großzügige Charakter aus, der in dem Aufbau der gesamten Älteren Salzfolge liegt. Die Entstehung jener mächtigeren Steinsalzeinlagerungen, die eigentlich Fremdkörper in dem Gefüge des Mutterlagers bilden, dürfte auf gelegentliche Überflutungen des Ozeans über das für gewöhnlich abgeschlossene Verdunstungsbecken der Mutterlangen zurückzuführen sein. Sie bezeichnen daher Perioden vorübergehender Laugenverdünnung.

Das bunte Bild, das das Kalimutterlager schon durch den ständigen Wechsel seiner drei so verschiedenfarbigen Salzelemente bietet, wird meist noch besonders belebt durch die zierlichen Wellen und Arabesken, zu denen die einzelnen Lagen zusammengestaut oder verschlungen sind.

Die Beteiligung der drei Salzarten an dieser Undulierung des Lagers ist dabei, wie Fig. 7, Taf. I zeigt, eine verschiedene. Die

Digitized by Google

stärkeren Steinsalzbänke bleiben meist ebenflächig als Rückgrat des Gefüges erhalten. Zwischen ihnen sind die feineren Steinsalzlagen und namentlich die Kieseritlagen zu den mannigfachsten und voneinander ganz unabhängigen Wellenlinien verschlungen, meist ohne daß sie dabei ihren inneren Zusammenhalt verlören. Der Carnallit dagegen spielt mehr die Rolle einer plastischen Grundmasse, die, nach allen Seiten ausweichend, die Zwischenräume zwischen den Wellenlagen der beiden anderen Salze, sowie das Innere der Faltenschlingen ausfüllt. So unabhängig wie die einzelnen Wellenlinien voneinander sind, so unabhängig verhalten sich bezüglich dieser Faltenbildung auch die einzelnen Teile der Lagerstätte zueinander. Oft ist der hangende oder mittlere Teil des Lagers gefaltet und der liegende ziemlich glatt, oft ist das Umgekehrte der Fall, oft auch gehen gefaltete Teile im Streichen sehr schnell in glattgeschichtete über.

Die Ursache dieser Erscheinungen kann nur in der Wirkung jener großartigen Gebirgsfaltung gesucht werden, die erst lange nach Entstehung der permischen Salzlagerstätten, und zwar erst nach ihrer Einbettung unter die Decke der gesamten triadischen Schichtenfolge stattfand, und aus der das heutige Relief des mitteldeutschen Untergrundes hervorgegangen ist. Die besondere Eigenart der entstandenen Undulierung der Salzlager ist auf die bei Druckwirkung nachweislich eintretende Plastizität der Salze zurückzuführen, die zwar für alle Salze eine sehr hohe, aber doch für die einzelnen Arten eine verschiedengradige ist.

Durch das charakteristisch-plastische Verhalten der Salze im Gegensatz zu dem der weit weniger schmiegsamen Schichten des triadischen Deckgebirges und namentlich auch im Gegensatz zu dem Verhalten der zwischen Älterer und Jüngerer Salzfolge eingeschobenen, verhältnismäßig spröden Schichten des Salztones und Hauptanhydrits, finden viele scheinbar schwer verständliche Erscheinungen der Salzlagerstätten-Geologie eine sehr einfache Erklärung. Hierüber wird an späterer Stelle ausführlich zu berichten sein.

Digitized by Google

4. Umbildungen in der Hutzone der Älteren Staßfurter Salzfolge.

Gipse als Auslaugungsrückstände. — Kainitbildung. — Posthume Hartsalzbildung. — Kristallsylvin, blaues Steinsalz, bunter Carnallit als posthume Leitformen. — Verbleib der entzogenen Chlormagnesiumlaugen. Gibt es „Urlaugen"? — Petrographischer Charakter der Hutzonen. — Umfang der Hutzonen und Beschaffenheit des Hutfußes.

Im Staßfurt-Egelner Buntsandsteinsattel, dessen besondere Verhältnisse bisher ja allein ins Auge gefaßt waren, ist das Kali-Mutterlager längs beider Sattelflügel steil aufgestant. Gipse als Auslaugungsrückstände.

Auf der Kammlinie des Sattels fanden die Tagewasser leichten Zutritt zu den hier ursprünglich bis über das Niveau der heutigen Tagesoberfläche gehobenen Salzablagerungen. Sie bewirkten auf dieser obersten Zone, hier in stärkerem, dort in geringerem Maße, eine Lösung und Fortführung der leicht zerstörbaren Salze, während die schwerer löslichen Anhydrite, in Gipsform umgewandelt, als Residuen im Bereiche der Auslaugungszone zurückblieben.

Die eigentlichen Sattelbohrungen zeigen daher ganz übereinstimmend unter einer Decke von diluvialen Kiesen und Sanden eine zuweilen mehrere hundert Meter mächtige Gipsablagerung und darunter das Ältere Steinsalz. Die Untergrenze dieser Rückstandsbildung liegt oft nahezu horizontal. Die Auflagerungsart wird aus der in Fig. 4, Tafel II wiedergegebenen photographischen Abbildung ersichtlich, wenn diese auch der weitab vom Staßfurter Sattel, in der Gegend von Hannover gelegenen Grube Deutschland entnommen ist.

Die bedeutende Mächtigkeit der Gipsauflagerungen steht meist nicht im Verhältnis zu der Mächtigkeit des in ihnen enthaltenen, nur 50—70 m starken Hauptanhydrits, selbst wenn man die bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips stattfindende Volumen-

Digitized by Google

vermehrung in Rücksicht zieht. Da jene Gipsresiduen jedoch nicht nur den Hauptanhydrit umfassen, sondern mit ihm die Gesamtheit aller feineren anhydritischen Einlagerungen beider Salzfolgen, insbesondere auch die Jahresringe des zerstörten Teiles des Älteren Salzes, so ist dieses Mißverhältnis nur ein scheinbares.

Kainitbildung. An die Auslaugungszone des Sattelkammes schließt sich, beiderseits 30—50 m abwärts reichend, eine Zone an, in der das Steinsalz zwar erhalten ist, das Hauptsalz des Mutterlagers aber umgewandelt erscheint. Nach Analogie des Eisernen Hutes der Erzlagerstätten hat man jenen obersten umgewandelten Teil von jeher den Hut des Kalilagers genannt, oder genauer, nach dem weitaus wichtigsten der entstandenen Umsetzungsprodukte, den Kainithut desselben. Daß die Salze des Hutes in der Tat nur durch nachträgliche Umbildung der Bestandteile des Mutterkalilagers entstanden sein können, steht nach der Örtlichkeit ihres Auftretens, nach der noch zu besprechenden petrographischen Beschaffenheit der Hutzone und nach den an der Grenzfläche beider Salzarten zu beobachtenden Verhältnissen unzweifelhaft fest. Auch die chemische Deutung dieses geologischen Befundes begegnete niemals Schwierigkeiten.

Die in die Hutzone eindringenden Wasser lösten aus dem Hauptsalz des Kalimutterlagers das Chlormagnesium des Carnallitelementes als den leichtlöslichsten Bestandteil heraus und führten den an sich unlöslichen Bestandteil Kieserit in das wasserhaltige Bittersalz über. Aus der chemischen Umsetzung dieses Salzes mit dem aus dem Carnallit restierenden Chlorkalium entstand ohne weiteres der Kainit ($KCl + MgSO_4 + 3H_2O$).

Nesterförmig innerhalb des Kainits, oder in meist nur dünnen Krusten ihm aufsitzend, findet sich in der Hutzone auch Schönit ($K_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$), der aus einer der Kainitbildung vollkommen gleichartigen Umbildung hervorgegangen ist.

Der dritte Bestandteil des Hauptsalzes, das Steinsalz, blieb in der Hutzone als solches erhalten. Dementsprechend besteht das unter dem Namen »Kainit« geförderte Hutsalz nicht nur aus

Digitized by Google

dem Mineral Kainit, sondern aus einem innigen Gemenge von Kainit mit etwa 30 pCt. Steinsalz. Dieses Gemenge wird nach der oben vorgeschlagenen Nomenklatur folgerichtig als Kainitit zu bezeichnen sein.

Posthume Hartsalzbildung.

War die Einwirkung der Lösewasser gelegentlich nur von kürzerer Dauer, so konnte das Chlormagnesium zwar fortgeführt werden, der Kieserit aber unverändert erhalten bleiben. Damit fiel die Möglichkeit einer chemischen Umsetzung der vorbeschriebenen Art fort. Das seines Chlormagnesiumgehaltes beraubte Residuum des Hauptsalzes stellt in diesem Falle ein bloßes Salzgemenge dar, welches nach seinen drei Hauptfaktoren, Chlorkalium, Kieserit und Steinsalz, chemisch als Hartsalz zu bezeichnen ist. Seiner besonderen petrographischen Beschaffenheit und genetischen Herkunft nach verdient es den Zusatz posthumes Hartsalz im Gegensatz zu Hartsalzablagerungen anderer Entstehung, von denen später die Rede sein wird. Wo sich das posthume Hartsalz neben Kainit innerhalb der Hutzone findet, was, ebenso wie am Staßfurter Sattel, auch sonst nur in untergeordnetem Maße der Fall ist, hat man es also mit einer unvollständigen Kainitisierung des Hauptsalzes zu tun.

Die Bildungstemperatur der Hutsalze kann — zumal die Umsetzungsvorgänge in verhältnismäßig geringer Tiefe stattfanden — gewiß keine sonderlich hohe gewesen sein. Dem entspricht, daß die Kainitbildung nach VAN'T HOFF bei Temperaturen unter 72° stattfindet.

Auch für die Bildung der residualen Hartsalze dürfte VAN'T HOFF selbst kaum die Minimaltemperatur von 72° fordern, die nach ihm für die Auskristallisation von Hartsalz aus Laugen benötigt wird, da ja in diesem Falle der Kieserit nicht neben Chlorkalium auskristallisiert, sondern mit ihm im Residuum als solcher erhalten bleibt.

Kristallsylvin, blaues Steinsalz, hinter Carnallit als posthume Leitmineralien.

Früher ging man, in der Absicht, alle Edelsalze als posthume Umbildungsprodukte aus Hauptsalz erklären zu wollen, auf dem oben besprochenen Wege noch weiter, indem man folgerte, daß,

Digitized by Google

wie Hartsalz durch kurze Wassereinwirkung infolge bloßer Entziehung des Chlormagnesiums entsteht, so durch längere Wassereinwirkung infolge weiterer Entziehung auch des Kieserits Sylvinit restieren müsse. Ein solcher Vorgang wäre jedoch chemisch kaum zu erklären. Der Kieserit müßte ja, bevor er gelöst und ausgelaugt werden konnte, in Bittersalz übergeführt werden. Zugleich mit dieser Umsetzung des Monohydrats in das Heptahydrat wäre aber, bei der doch gegebenen Anwesenheit von gelöstem Chlorkalium, die Bedingung zur Kainitbildung erfüllt und damit eine bloße Fortführung der schwefelsauren Magnesia ausgeschlossen. Als Residualbildung, entstanden aus Hauptsalz, wird daher Sylvinit nicht in der Weise wie das Hartsalz gedacht werden können.

Tatsächlich finden sich auch in einer aus einem Hauptsalzlager hervorgegangenen Hutzone solche gleichmäßigen Gemenge von Steinsalz und Sylvin, die den Namen Sylvinit verdienten, nicht vor. Wohl aber kann man hierselbst, wie in allen Zonen posthumer Wassereinwirkung, nesterförmige Ausscheidungen von reinem großspätigen Sylvin, meist zusammen mit Nestern von reinem, oft blau gefärbten Kristallsteinsalz beobachten. In diesen posthumen Leitmineralien sind die Absätze zirkulierender Lösungen zu sehen, die auf längst verheilten Spalten zu der Umbildungszone Zutritt fanden, um daselbst ihren Gehalt an Salzen, mit dem sie sich an anderer Stelle beladen hatten, abzusetzen.

Wie der reine, meist milchig getrübte Sylvin und wie das oft blau gefärbte Kristall-Steinsalz, so ist namentlich auch der glasklare oder gelb bis rot gefärbte, fast chemisch reine Carnallit, der in der Regel mit jenen beiden erstgenannten Mineralien vergesellschaftet in Nestern und früheren Klufterweiterungen auftritt, ein ausschließliches und daher sehr charakteristisches Absatzprodukt jener posthumen, auf ehemaligen Spalten innerhalb des Salzgebirges bewegten Lösungen.

Verbleib der entzogenen Chlormagnesiumlaugen. Gibt es „Urlaugen"?

Von den selteneren Salzen, die im Hute des Hauptsalzmutterlagers anzutreffen sind, seien als ebenfalls ausschließlich posthume Bildungen erwähnt der Bischoffit und der Tachydrit. In ihnen ist ein geringer Teil des bei der Kainitisierung dem Hauptsalze

Digitized by Google

entzogenen Chlormagnesiums verkörpert. Ein größerer Teil ist in den vorerwähnten posthumen Carnallitabscheidungen enthalten und ein weiterer Teil findet sich in Drusen und Klufträumen noch heute in Form flüssiger, gesättigter Chlormagnesiumlösungen vor, die beim Grubenbetrieb gelegentlich angefahren werden. In der Praxis grassiert für diese Laugen die Bezeichnung »Urlaugen«. Der in steter Furcht vor Wassereinbrüchen lebende Salzbergmann will damit die Besorgnis zerstreuen, daß es sich hier um frisch eingebrochene und erst bei ihrem Niedergange mit Chlormagnesium geschwängerte Wasser handele. Sympathischer ist ihm der Gedanke, in jenen verdächtigen Lösungen kleine, ungefährliche Reste der letzten chlormagnesiumreichsten Laugen zu sehen, die sich seit der permischen Bildung des Mutterlagers aus dem Abschlußstadium seiner Entwicklung bis zur Gegenwart erhalten hätten.

Auch ein chemischer Grund wird für diese Behauptung geltend gemacht. Die vermeintlichen Urlaugen zeigen nämlich zufolge ihres überaus hohen Chlormagnesiumgehaltes etwa die Beschaffenheit, die eine Mutterlauge aufweist, aus der zuvor Carnallit ausgefallen ist. Deshalb, so folgert man, sind die fraglichen Laugen aus der Zechsteinzeit erhalten gebliebene Mutterlaugen des permischen Hauptsalzlagers, nicht aber sind sie entstanden aus frischen, durch den Bergbau hereingezogenen Tagewassern, denn diese müßten sich auf ihrem Wege bei der Auflösung des Carnallits nicht nur mit Chlormagnesium, sondern auch mit Chlorkalium beladen haben.

Dabei vergißt man, daß es ein Drittes gibt. Urlaugen in dem oben erläuterten Sinne sind aus geologischen Gründen kaum denkbar. Sehr wohl aber können die fraglichen Lösungen die versprengten Reste der Mutterlaugen jener oben beschriebenen, chemisch reinen Carnallite darstellen, die sich als posthume Bildungen in Nestern und verheilten Spalten innerhalb der Hutzone oder sonst in posthum veränderten Teilen der Lagerstätte finden. Die Besorgnis, daß das Anfahren einer solchen Laugenblase auf drohende Wassereinbrüche hinweist, ist daher in der Tat völlig gegenstandslos.

Digitized by Google

Überhaupt mag hier bemerkt werden, daß die Wassergefahr, die dem Salzbergbau durch das so sehr gefürchtete Anfahren geologischer Spalten oder Störungszonen droht, offenbar nur eine geringe ist. Wo immer man bis jetzt in den Gruben in größerer Tiefe Spalten und Störungen angefahren hat, da hat man sie, selbst wo es sich um weitgehende Dislokationen handelte, durchaus trocken befunden. Es scheint, als ob diese tektonischen Störungen durch die Absätze der auf ihnen umgegangenen Salzlösungen längst derart verheilt sind, daß sie meist keine Wassergefahr mehr bergen.

Alle die Wasserkatastrophen, die der Kalibergbau zu verzeichnen hat, beruhen auf anderen Gründen. Entweder ist man beim Grubenbetrieb der Auslaugungszone der hochgewölbten, nur von Gipsresiduen überdeckten Sattelkämme zu nahe gekommen, oder man hat beim Abbau des eigentlichen Lagers unter unrationeller Bemessung der Sicherheitspfeiler das Hangende auf zu weiter Fläche entblößt und so ein Bersten der unteren, freitragenden Deckschichten (Salzton und Hauptanhydrit) und ein allmähliches Nachsacken des hangenden Gebirges herbeigeführt, bis schließlich die Wasser des Mittleren Buntsandsteins Eingang fanden.

In ersterer Hinsicht wird jetzt allgemein große Vorsicht geübt. In letzterer Hinsicht aber wird noch heute, namentlich im Bereiche edler Salzmittel, oftmals sorglos genug vorgegangen. Man kann dann zuweilen sogenannte »Urlangen« sickern sehen, die in Wirklichkeit ebenso wenig Laugenüberbleibsel aus der Zeitperiode der posthumen Umbildungen, wie »Urlaugen« im Sinne der Salzbergleute sind, sondern Tagewässer, die allerdings den Fortbestand der Grube bedrohen.

Petrographischer Charakter der Hutzonen.

Wie einleitend schon angedeutet, haben die in der Hutzone stattgefundenen Umwandlungsvorgänge auch dem petrographischen Habitus dieses Teiles der Lagerstätte ein Gepräge gegeben, das ihn von dem bereits beschriebenen Typus der ursprünglichen Lagerstätte charakteristisch unterscheidet.

Sowohl das in den feineren Steinsalzlagen des Hauptsalzlagers enthaltene Chlornatrium, wie namentlich der Chlornatriumgehalt

Digitized by Google

der Carnallititlagen des Hauptsalzes wurde bei dem Prozesse der Kainitisierung in Lösung übergeführt und kristallisierte zusammen mit dem entstehenden Doppelsalz Kainit in dem Salzgemenge, das als Kainitit bezeichnet worden ist, wieder aus. Innerhalb dieses Salzgemenges ist die klare Schichtung und die Differenzierung der Bestandteile des ursprünglichen Hauptsalzlagers völlig aufgehoben. Der Kainitit besteht aus einem unregelmäßigen und verschwommenen Mosaik von Nestern reinen Kainits und mehr oder weniger kainithaltigen Steinsalzes. Da jedoch die zur Kainitbildung geeigneten, an Chlornatrium einmal gesättigten Laugen für Steinsalz keine größere Lösefähigkeit mehr besaßen, so konnten die stärkeren Bänke des Hauptsalzlagers in der Hutzone vielfach erhalten bleiben. Nur vorübergehend wurden sie von den umgebenden Lösungen durchweicht und angegriffen, wobei ihre Konturen zwar verwischt, ihre Form aber gewahrt wurde. In Struktur und Farbe haben sie eine dem Kainitit sehr ähnliche Beschaffenheit erhalten. Indem so in der Hutzone jene unklar hervortretenden, kainititähnlich gewordenen Steinsalzbänke zwischen sich das regellos verwachsene Kainit-Steinsalzgemenge einschließen, bleibt auch innerhalb dieser Umbildungszone eine gewisse verschwommene Schichtung gewahrt, die freilich von der klaren Bankung des Hauptsalzlagers eine sehr verschiedene ist.

Die Erscheinungen sind ähnliche da, wo posthume Hartsalzbildung, also unvollständige Kainitisierung des Hutes vorliegt. Auch in diesen verhältnismäßig seltenen Fällen zeigt das Gemenge der Rückstandssalze bei unklar erhaltener Schichtung augenfällig die Wirkung der stattgehabten Durchweichung und Durchtränkung des Ausgangsmaterials.

Wo die eigentlichen Leitmineralien posthumer Laugenzirkulation — der milchige Kristallsylvin, der reine Carnallit und das vielfach blau gefärbte Kristallsteinsalz — in kleineren und größeren, unregelmäßig verwachsenen Nestern auftreten, kann von irgend welcher Schichtung naturgemäß nicht die Rede sein, denn diese Salze sind, wie oben schon dargelegt, weder metasomatische Produkte noch Residuen, sondern epigenetische Absätze eingewanderter Lösungen.

Digitized by Google

Umfang der Hutzonen und Beschaffenheit des Hutfußes.

Die flache Höhe der Hutzonen beträgt nur etwa 20—50 m. Trotzdem ist die Erstreckung in streichender Richtung eine sehr gleichmäßige und anhaltende. An dem auf über 20 km Länge durch Grubenbaue aufgeschlossenen Südwestflügel des Staßfurter Satttels beispielsweise bildet der Kainithut einen ununterbrochenen, schmalen Saum, der dem oberen Rande des emporgewölbten Hauptsalzlagers aufsitzt.

An Punkten, wo die Sattellinie der permischen Salzlager etwas unterhalb des Schnittes der Tagesoberfläche liegt, kann es vorkommen, daß auch auf der Kammzone an Stelle der sonst zu beobachtenden Auslaugung des Kalilagers Kainitbildung eingetreten ist. In diesem Falle scheinen die Kainithüte beider Flügel im Scheitel des Sattels wie zu einem Gewölbe vereinigt.

Der Übergang aus dem Kainithut in die ursprüngliche Lagerstätte ist im allgemeinen ein auffällig scharfer und unvermittelter. Man kann daher von einer Fußfläche des Hutes sprechen als der Grenzfläche zwischen dem umgewandelten und dem ursprünglichen Teile des Hauptsalzlagers. Wenn diese Fußfläche auch durchaus keine Ebene ist, so besitzt sie doch oft nur ein flaches Relief, kann aber freilich an anderen Stellen auch unregelmäßig geknickt erscheinen. (Vergl. Fig. 2 auf Tafel I.) Ganz allgemein ist dagegen zu beobachten, daß sie an der liegenden Seite der Lagerstätte etwas aufgebogen, an der hangenden Seite aber — oft recht stark — abwärts gezogen ist. Ein Beispiel bietet die Fig. 3 auf Tafel I. Der Grund für diese Erscheinung kann nur darin liegen, daß die durchtrümmerten Deckschichten des Lagers — Salzton und Anhydrit — die Laugenzirkulation am Hangenden in besonderem Maße begünstigt haben.

Wenn, wie oben ausgeführt wurde, die verschwommene Schichtung der Hutzone dadurch zustande kommt, daß die stärkeren Steinsalzlagen des Hauptsalzlagers der Form nach erhalten geblieben sind, so darf man erwarten, daß an günstigen Aufschlußstellen das unmittelbare Übertreten jener Steinsalzbänke aus der Umwandlungszone in das unveränderte Lager festzustellen ist. Dieses ist in der Tat nicht selten mit voller Sicherheit möglich. Die Fig. 2 auf Tafel I bringt ein Beispiel hierfür, das in den

Digitized by Google

den Bauen der Grube Neu-Staßfurt zu beobachten ist. Könnten über den Charakter der Hutzone überhaupt Zweifel obwalten, so würde allein die Tatsache, daß hier unzweideutig in der Schichtung und bei teilweiser Erhaltung derselben ein — wenn auch schroffer — Übergang des Hauptsalzes in Kainitit stattfindet, den vollen Beweis erbringen, daß das eine ein nachträgliches Umbildungsprodukt aus dem andern ist.

Digitized by Google

5. Die Salztondecke.

Seitherige Deutung des Salztones. — Petrographische Beschaffenheit des Salztones und seine Eingliederung in das Schichtenprofil.

Seitherige Deutung des Salztones.

Das Kalimutterlager der Älteren Salzfolge wird überlagert vom Salzton. Dieses merkwürdige Zwischenglied, welches die Ältere und die Jüngere Salzfolge scheidet, ist jedoch keineswegs ein ausschließlicher Bestandteil des oben besprochenen, reinen Staßfurter Profils der Zechsteinformation. Vielmehr breitet sich die Decke dieses Gesteins, die bei ungestörter Ablagerung überall 6—12 m Mächtigkeit mißt, mit überraschender Regelmäßigkeit fast über der gesamten kaliführenden Fläche Mitteldeutschlands, von Mecklenburg bis zum Thüringer Walde und von Sperenberg bis in das westliche Hannover hinein, aus.

Die Deutung, welche das Gebilde des Salztones seither erfahren hat, war eine sehr schematische.

Ochsenius nimmt in allen seinen Publikationen gleichmäßig an, daß der Salzton in seiner Gesamtheit eine äolische Bildung sei. Er stellt sich vor, daß eine aus zusammengewehtem Staubmaterial angehäufte Schicht sich unmittelbar nach der Eintrocknung seines Barrenmeeres als schützende Decke über dem an die Oberfläche getretenen Kalilager ausgebreitet und dieses so vor Wiederauflösung durch die Laugen der Jüngeren Salzfolge bewahrt habe.

Der Gedanke, daß zwischen dem Zeitpunkte des Eintrocknens seiner Meeresmutterlaugen und zwischen der Auflagerung des Salztones ein Zeitraum der Entwicklung und der Überleitung zu dem neuen Stadium in der Gestaltung der permischen Erdoberfläche gelegen haben könnte, liegt ihm fern. Unvermittelt treten nach ihm die Staubmassen auf, genau im richtigen Zeitpunkte, um

Digitized by Google

die ihnen zugewiesene Aufgabe, das Kalilager der Älteren Salzfolge vor der Zerstörung durch die Laugen der Jüngeren Salzfolge zu schützen, erfüllen zu können. Und ebenso unvermittelt ist, nachdem diese Aufgabe erfüllt war, die Staubablagerung beendet.

Große Kunst wendet er in seinen jüngsten Veröffentlichungen auf, um mit dieser durch ihn zu weiter Verbreitung gelangten Auffassung die neueren Beobachtungen in Einklang zu halten, daß nämlich einerseits nach Zimmermann im Salzton Petrefakten vorkommen, und daß andererseits nicht überall unter der Decke des Salztones das Kalimutterlager der Älteren Salzfolge lagert, sondern Kalisalze, die er, wie die meisten anderen Beobachter, zwar als Umwandlungsprodukte des Mutterlagers ansieht, die er aber ihrer Lagerung nach doch nicht wohl als posthume, nach Art der leicht verständlichen Hutsalze entstandene Umbildungen gelten lassen mag.

Precht beschränkt sich bezüglich der Entstehung des Salztones auf die Bemerkung, daß er teils durch mechanischen Absatz von suspendiertem Schlamm, teils durch chemische Ausfällung aus der Mutterlauge entstanden sei. Zeitlich läßt er diese Ablagerung im Gegensatz zu Ochsenius nicht unmittelbar an die erfolgte Abscheidung des Kalimutterlagers anschließen. Er schiebt vielmehr zwischen beide Bildungen eine Pause ein, während der die an die Oberfläche tretenden Teile des Mutterlagers durch Einwirkung von Wassern verändert worden seien. Die in diesem Zeitraum der Erosionswirkung entstehenden Umwandlungsprodukte nennt Precht »Sekundäre Salze der ersten Periode«.

So glücklich dieser Gedanke an sich ist, so wenig gelangt er zur vollen Durchführung, denn es werden unter jenen »sekundären« Salzen nur Residuen verstanden, die aus dem Kalimutterlager infolge oberflächlicher Auslaugung seines Chlormagnesiumgehaltes hervorgegangen sein sollen, eine Annahme, die mit der geologischen Beobachtung nicht voll im Einklang steht. Es wird sich später ergeben, wie viel umfassender und einschneidender die Erosionstätigkeit während dieser Zeitperiode der Umlagerung, die sich zwischen Muttersalzbildung und Ablagerung des Salztones ein-

Digitized by Google

schiebt, gewirkt hat, und wie hier durch Auflösung, Transport und Wiederabsatz der Salze des Mutterlagers innerhalb der verschiedenen Verbreitungsgebiete jene bunte Mannigfaltigkeit und scheinbare Unregelmäßigkeit in das Profil der Älteren Salzfolge hineingetragen worden ist, welche der einheitlichen Deutung so große Schwierigkeiten entgegengesetzt hat. Der Zeitraum dieser Umlagerungen ist es, der eingangs bereits (S. 31) als die Periode der Älteren Deszendenzbildungen bezeichnet worden ist.

Petrographische Beschaffenheit des Salztones und seine Eingliederung in das Schichtenprofil.

Die Salztondecke gliedert sich nach den verdienstvollen Untersuchungen Precht's und Zimmermann's fast allenthalben in drei petrographisch verschiedene Lagen. Von diesen kann man die untere als eine vorwiegend tonig-anhydritische, die mittlere und stärkste als eine im wesentlichen tonig-sandige und die obere als eine tonig-dolomitische bezeichnen.

Hierneben springt namentlich in der unteren und der mittleren Lage ein beträchtlicher Gehalt an Chlornatrium (2 pCt.) und Chlorkalium (0,8 pCt.), sowie insbesondere an Chlormagnesium (4,5 pCt.) ins Auge. Bemerkenswert ist schließlich, daß Zimmermann in der mittleren Salztonlage das Vorkommen einer beträchtlichen Anzahl von kleinen, marinen Fossilformen nachgewiesen hat.

Von den Hauptbestandteilen des Salztones ist der in allen drei Stufen vorherrschende Tongehalt und ebenso der Sandgehalt der mittleren Stufe jedenfalls auf äolische Entstehung zurückzuführen. Der gleichzeitige Anhydritgehalt der unteren und der Dolomitgehalt der oberen Stufe sind dagegen Bildungen, die während dieser klimatischen Periode der äolischen Staubzufuhr sedimentär ausgeschieden wurden. Der erstere leitet zu der vorhergegangenen Älteren Deszendenzperiode, der letztere zu der nachfolgenden Periode der Jüngeren Salzfolge über.

Bereits während der Endphase des Prozesses der Kalimutterlagerbildung beginnt die Periode der Staubstürme und setzt sich, vielleicht verbunden mit häufigen atmosphärischen Niederschlägen, in steigendem Maße durch die gesamte Ältere Deszendenzperiode fort. In allen Ablagerungen der Älteren Deszendenz finden

Digitized by Google

sich tonige und tonig-anhydritische Lagen in großer Menge und Verbreitung. Nur eine gleichartige, wenn auch mächtiger entwickelte Bildung ist die untere, anhydritische Stufe des Salztones.

Die Ablagerungszeit der Älteren Salzfolge sowie der anschließenden Deszendenzbildungen fällt in eine Periode dauernder Hebung des Depressionsgebietes mitsamt seinem Barrenwall gegen den Ozean hin. Infolge dieser Hebung war zuvor die Kommunikation des Laugenbeckens mit dem Ozean verloren gegangen und die Ausscheidung der Kalimuttersalze möglich geworden. Die Hebungsperiode dauert während der Deszendenzzeit fort, erreicht ihren Höhepunkt aber während der Ablagerungszeit der mittleren Zone des Salztones. Die permische Erdoberfläche war während dieser Zeit zur Sandwüste geworden, in deren Depressionen die Regenwässer feine Lagen ausgelöster, aus dem Untergrunde stammender Salze zusammenführten und in deren lagunenartigen Salzwasserbecken sich eine spärliche Fauna anzusiedeln begann.

Bei Ablagerung der obersten Stufe des Salztones ist der Höhepunkt der säkularen Hebung bereits überschritten. Sie bezeichnet schon den Wiederbeginn einer Senkungsperiode, die eine neue Überflutung des alten Barrenmeergebietes und damit die Ablagerung der Jüngeren Salzreihe zur Folge hatte. In der in der obersten Salztonstufe enthaltenen Dolomitsubstanz dürften bereits die ersten, gleichzeitig mit dem eingewehten Staube niedergeschlagenen, schwerstlöslichen Absätze des jüngeren Barrenmeeres zu sehen sein.

Wenn nun auch mit der Entwicklung der neuen Oberflächenverhältnisse eine Verschiebung der klimatischen Bedingungen eingetreten sein wird, so ging die äolische Zufuhr der Tonsubstanz doch nicht unvermittelt zu Ende. Es finden sich tonige Abscheidungen sowohl im Anhydrit, wie in den feinen Jahresringen der Jüngeren Salzfolge, und man begegnet ihnen später wieder in größerem Umfange in den Tonablagerungen der Jüngeren Deszendenz, die die Aera einer neuen Hebungsperiode ankündigt, und die damit zur Formation des Buntsandsteins überleitet.

Eine eigenartige Erscheinung ist es, daß alle während der Zeit der vorherrschenden Staubwinde zur Abscheidung gelangten

Digitized by Google

Salzmassen, also sowohl die Salze der Älteren Deszendenz wie die der Jüngeren Salzfolge und der Jüngeren Deszendenz vielfach rötliche Farbentöne aufweisen. Die Rotfärbung wird erzeugt durch Einmengung von Eisenoxyd. Man könnte vermuten, daß der eingewehte Ton das Eisen in der Form des Brauneisensteins enthalten habe, und daß ihm dieses durch die Salzlaugen entzogen sei, um in der Form des wasserfreien Oxydes wieder ausgeschieden zu werden.

Digitized by Google

6. Die Jüngere Salzfolge im Staßfurter Normalprofil.

Der Hauptanhydrit. — Das Jüngere Steinsalz. — Eine Salzfolge über dem Jüngeren Steinsalz. — Die Entstehung der Jüngeren Salzfolge nach den seitherigen Auffassungen. — Das Jüngere Steinsalz, eine Mutterbildung. — Hat es ein Jüngeres Kalimutterlager gegeben?

Der Hauptanhydrit.

Der Dolomitgehalt, der der obersten Zone des Salztones eigen ist, leitet, wie schon angedeutet, zu einer neuen, jüngeren Salzfolge über.

Diese besteht, abgesehen von jenem ersten Dolomitniederschlag, aus zwei Hauptgliedern: einem unteren, dem Hauptanhydrit, und einem oberen, dem Jüngeren Steinsalz. Es fehlt ein jüngeres Kalimutterlager und damit auch die zu ihm überleitende Zwischenstufe einer Kieseritregion.

Der Hauptanhydrit ist in ebenso gleichmäßiger Entwicklung wie der Salzton über dem größeren Teile der gesamten kaliführenden Fläche Mitteldeutschlands verbreitet. Über die besonderen Ursachen, die ein scheinbares Fehlen dieses Schichtengliedes im mittleren und nördlichen Hannover bewirkt haben, und über die eigenartige Faziesausbildung, die er im Gebiete der Werragruben erfahren hat, wird an späterer Stelle gesprochen werden.

Der Hauptanhydrit überlagert den Salzton völlig konkordant. Er bildet eine geschlossene, 40—80 m mächtige Masse von fast homogener Beschaffenheit. Schichtenfugen fehlen gänzlich, doch kommt durch sporadisch eingestreute Tonpartikelchen und dadurch bewirkte Dunkelfärbung des Gesteins eine gewisse flockige Streifung vielfach zum Ausdruck.

Petrographisch ist der Hauptanhydrit sehr scharf charakterisiert durch eine feinspätige Struktur mit strahliger Anordnung des Gefüges der kleinen, leistenförmigen Spaltflächen. Hierdurch ist er nach den Beobachtungen Zimmermann's von allen anderen Anhydriten des Salzgebirges mit Sicherheit zu unterscheiden.

Digitized by Google

Die Oberfläche des Anhydritlagers scheint eine unebenwellige zu sein. Es ist möglich, daß diese Eigenschaft auch dem das Ältere Steinsalz unterlagernden Anhydrit des Mittleren Zechsteins zukommt, ohne daß sie hier — infolge mangelnder Aufschlüsse — bekannt geworden wäre.

Das Jüngere Steinsalz.

Das Jüngere Steinsalz zeigt dem Älteren gegenüber eine etwas abweichende Beschaffenheit.

Die Struktur ist im allgemeinen feinspätiger als die des Älteren Salzes. Die Verwachsung der Aggregate ist nicht, wie dort, derart, daß die Spaltflächen auf dem Querbruch meist schuppig parallel liegen, sondern so, daß sie winklig zueinander gestellt sind. Indem hierdurch die Ecken der Spaltwürfel heraustreten, kommt ein rauher zackiger Bruch zustande. Wenn diese Charakteristik aber im allgemeinen wohl zutrifft, so gibt es doch in beiden Horizonten so viele Übergänge und Ausnahmen, daß auch der Geübteste im Handstück Älteres und Jüngeres Salz nicht mit Sicherheit wird unterscheiden können, es sei denn, daß in beiden Fällen extreme Ausbildung vorliege, oder daß es sich gerade um Salze einer bestimmten, ihm im einzelnen wohlbekannten Grube handle.

Ein einfacheres Unterscheidungsmerkmal als die Struktur bietet die Rotfärbung, die der Hauptmasse des Jüngeren Salzes eignet, während das eigentliche Ältere Salz niemals gefärbt erscheint. Es ist aber oben schon angedeutet worden, daß außerhalb des engeren Staßfurter Bezirks auch unterhalb des Salztones — also im Bereiche der Älteren Salzfolge — Salzablagerungen deszendenter Herkunft auftreten, die ebenfalls oft rot gefärbt sind, und die überdies auch in ihrer Struktur dem typischen Jüngeren Salz näher stehen als dem Älteren.

Die für das Ältere Steinsalz so charakteristischen Jahresringe sind auch im Jüngeren Steinsalz anzutreffen. Vielfach sind dieselben hier allerdings feiner und die Abstände größer, als man es im Älteren Salz gewohnt ist. Doch durchfährt man nicht selten auch weite Partieen, die genau das gleiche Bild gewähren wie das Ältere Salz.

Digitized by Google

Wesentlich wichtiger ist der Unterschied, daß die Jahresringe des Jüngeren Salzes nach PRECHT's Untersuchungen überwiegend nicht durch Anhydrit-, sondern durch feine, eingesprengte Polyhalitsubstanz bewirkt werden sollen. Neben dieser sind zweifellos tonige Beimengungen vertreten, die man an den Streckenstößen oft auswittern sieht.

Infolge des Zurücktretens der Jahresringe zeichnet sich das Jüngere Salz durch besondere Reinheit aus. Es weist im Durchschnitt 96—99 pCt. NaCl auf, gegenüber 93—94 pCt. im Älteren Salz.

Eine Salzablagerung über dem Jüngeren Steinsalz.

Im Staßfurter Bezirk besitzt das Jüngere Steinsalz in der geschilderten Beschaffenheit eine Mächtigkeit von 100—150 m. Dann folgt eine 5—25 m mächtige Auflagerung roten, massigen Tones, der von Anhydritknollen und Steinsalzschmitzen durchsetzt ist. Über dieser Zwischenschicht setzt eine jüngste, abermals mit Anhydrit beginnende Salzfolge ein, die nur 30—60 m Mächtigkeit erreicht.

Die etwa 1—5 m starke Anhydritschicht ist petrographisch besonders gut charakterisiert. Sie besteht aus einer dichten bis feinkörnigen anhydritischen Grundmasse, in welcher zahlreiche geradlinig begrenzte Steinsalzkristalle und Kristallaggregate eingesprengt liegen.

Diese eigenartige Struktur gibt ihm in der äußeren Erscheinung eine gewisse Ähnlichkeit mit einem pegmatitischen Eruptivgestein. Es mag daher erlaubt sein, diesen Ausdruck zu übertragen und das Gestein, das eine leicht kenntliche Leitschicht darstellt, nach dem Vorschlage ZIMMERMANN's als Pegmatitischen oder besser Pegmatitähnlichen Anhydrit zu bezeichnen.

Da das jüngste Salz von dem Jüngeren petrographisch nicht wesentlich verschieden ist, erscheint der rote Salzton mit dem Pegmatitähnlichen Anhydrit in den Bohrprofilen des Staßfurter Bezirks als eine etwa im oberen Drittel dem Jüngeren Salze eingeschaltete Einlagerung.

Digitized by Google

Die Entstehung der Jüngeren Salzfolge nach den seitherigen Auffassungen.

Die Entstehung der Jüngeren Salzfolge ist mehr noch wie die der Älteren umstritten.

Obgleich man in der Aufeinanderfolge von dolomitischem Salzton, Hauptanhydrit und Steinsalz eine der Barrentheorie scheinbar völlig entsprechende Reihe vor sich sieht, hat man sich doch — entgegen der von Ochsenius zuerst gegebenen Deutung — von Anfang an dagegen gesträubt, die Jüngere Salzfolge als eine Wiederholung der Älteren Salzfolge, d. h. also als eine durch eine zweite Überflutung entstandene neue Mutterbildung gelten zu lassen. Das Fehlen eines die Salzfolge abschließenden Kalimutterlagers ist dafür keineswegs der Grund gewesen, bildet doch das Zustandekommen dieses Abschlußprozesses nach der Ochsenius'schen Theorie einen nur durch das Zusammentreffen besonderer Umstände ermöglichten Ausnahmefall. Wohl aber haben einmal die etwas abweichende Beschaffenheit des Jüngeren Salzes und ferner das Vorhandensein lokaler Unterbrechungen, die in dieser Salzdecke am Staßfurter Sattel sehr bald konstatiert wurden, und denen man anfänglich große Bedeutung beilegte, schon zu Anfang der 80er Jahre Pfeiffer und auch Precht dazu veranlaßt, das gesamte Jüngere Steinsalz für ein durch Auflösung und Wiederabsatz von Teilen des Älteren Salzes entstandenes Umlagerungsprodukt zu erklären.

Der Umstand, daß mit dem Fortschreiten der Aufschlüsse allmählich die weite und gleichmäßige Verbreitung der Jüngeren Steinsalzablagerung bekannt wurde, veranlaßte im Jahre 1895 freilich Kloos[1]) dazu, die geschilderte, bereits zu allgemeiner Annahme gelangte Auffassung fallen zu lassen und wieder im Sinne von Ochsenius eine nochmalige Überflutung und daraus entstandene, der Älteren Salzausscheidung analoge Neubildung anzunehmen.

Zu anerkannter Geltung ist seine Anregung nicht durchgedrungen. Precht hält auch in der neuesten Auflage der »Norddeutschen Kali-Industrie« unverändert an dem schon im Jahre 1882

[1]) Zeitschrift für pr. G. 1895, S. 115.

Digitized by Google

von ihm vertretenen Standpunkt fest. Eine Bestätigung seiner Auffassung glaubt er insbesondere in dem Umstand sehen zu sollen, daß im hannöverschen Aufschlußgebiete auch Kalisalze »sekundärer« Entstehung im Jüngeren Steinsalz aufgefunden sind. Auch Löwe[1]) sieht diesen letzteren Grund als einen zwingenden Beweis für die »sekundäre« Entstehung des jüngeren Steinsalzes an.

Alle Anhänger der Umkristallisationstheorie wollen aus der Tatsache, daß an den früher schon besprochenen mannigfachen Faltungen der Älteren Salzfolge der auflagernde Salzton nicht in gleicher Weise teilnimmt, folgern, daß diese Salzfolge bereits vor Ablagerung des Salztones eine Faltung zu Sätteln und Mulden erlitten habe und kombinieren nun weiter, daß die aufgewölbten Teile durch atmosphärische Niederschläge erodiert und aufgelöst, die entstandenen Salzlösungen in einzelne tiefere Mulden des Beckens zusammengeführt und dort als Jüngeres Salz wieder auskristallisiert worden seien.

Das Jüngere Steinsalz, eine Mutterbildung.

Es ist oben bereits angedeutet worden und wird später noch näher darauf einzugehen sein, daß lediglich durch die verschiedene physikalisch-chemische Beschaffenheit und die darauf beruhende verschiedene Plastizität der Salzmassen einerseits und des Salztons und Hauptanhydrits anderseits ein verschiedenes Verhalten beider Gesteinsarten gegenüber der Gebirgsfaltung bewirkt wird. Hervorgehoben wurde auch bereits, daß die Salztondecke mit ganz überraschender Gleichmäßigkeit entwickelt und verbreitet ist, und daß sie, obgleich sie ein trennendes Glied zwischen der Älteren und Jüngeren Salzfolge bildet, doch bei der besonderen Beschaffenheit ihres hangenden wie ihres liegenden Teiles nach oben und nach unten überleitet.

So sehr die Umkristallisationstheorie daher schon unter diesen Gesichtspunkten auf schwachen Füßen steht, so wird bei der ganzen Betrachtung insbesondere doch ein Schichtenglied so stiefmütterlich behandelt, als ob es gar nicht vorhanden wäre, nämlich der

[1]) Zeitschrift für pr. G. 1903, S. 335.

Digitized by Google

Hauptanhydrit. Dieses doch gerade durch seine gleichmäßige Verbreitung, durch seine einheitliche Ausbildung und bedeutende Mächtigkeit so ausgezeichnete Gestein, das völlig konkordant dem Salzton auflagert und zudem durch den Dolomitgehalt der obersten Schichten des Salztones organisch mit diesem verbunden scheint, für ein bloßes Umlagerungsprodukt aus der Älteren Salzfolge zu nehmen, ist weder angängig, noch liegt dazu irgend ein Grund vor. Die Ablagerung des Hauptanhydrits wenigstens kann nur durch die Annahme einer neuen Überflutung des alten Barrenmeergebietes, die durch eine in der Mitte der Salztonzeit einsetzende Senkungsperiode herbeigeführt wurde, zwanglos erklärt werden.

Wenn man aber zugeben muß, daß in dem Hauptanhydrit das Anfangsglied einer neuen Salzfolge zu sehen ist, so liegt es doch nahe, in dem oben beschriebenen Typus des Staßfurter Jüngeren Steinsalzes das normale Produkt der Weiterentwicklung dieses Prozesses zu suchen.

Der anfänglich erhobene Einwand, daß das Jüngere Salz nur lokale Verbreitung habe, hat sich längst als nicht zutreffend erwiesen. Auch die in der Tat von der des Älteren Salzes etwas abweichende Struktur und Farbe, wie auch Stärke und Abstand der Jahresringe sind nicht von Belang. Wo in der Welt gäbe es zwei in verschiedenen geologischen Zeitperioden abgelagerte Gebilde gleicher Entstehungsart, die einander völlig gleich wären? —

Ein wichtigeres Moment scheint allerdings die Substanz der Jahresringe zu bilden, die, wie oben dargelegt, in der Hauptmasse des Jüngeren Salzes aus Polyhalit, bei dem Älteren Salz dagegen in der unteren 500 m mächtigen Zone aus Anhydrit und erst in der darüber folgenden Region aus Polyhalit besteht. Doch auch diese Verschiedenheit ist wohl nur eine scheinbare. Die Anhydritregion der Älteren Salzfolge repräsentiert ja nur einen Zeitraum des Beharrens der einmal eingetretenen Verhältnisse. Indem ständig so viel Meereswasser in das Niederschlagsbecken eintrat, wie darin zu verdunsten vermochte, konnte, nachdem einmal nach Ablagerung des Älteren Anhydrits die gleichzeitige Sättigung der Laugen an Anhydrit und Steinsalz erreicht war, eine Anhydritregion von der

Digitized by Google

größten Mächtigkeit entstehen, wenn nur die Dauer des Vorganges eine genügend lange und die Tiefe des Beckens eine genügend große war.

Ebensogut hätte aber auch die Anhydritregion eine sehr kleine werden können, wenn diejenige Änderung der Verhältnisse, die bei der Älteren Salzfolge schließlich zur Entwicklung der Polyhalitregion führte, schon bald nach der erreichten gleichzeitigen Sättigung an Anhydrit und Steinsalz, also nach der erfolgten Ablagerung des Anhydritfundamentes eingetreten wäre. Diese Änderung der Verhältnisse bestand in einem allmählichen Verlorengehen der Kommunikation des Laugenbeckens mit dem Ozean. Man braucht nur anzunehmen, daß ein gleichartiges Ereignis bei der Jüngeren Salzfolge schon bald nach Abscheidung des Hauptanhydrits eintrat, und man hat damit die scheinbar abweichende Entwicklung der Jüngeren Salzfolge in ungezwungenster Weise erklärt. Die größere Mächtigkeit der Polyhalitführenden Zone der Jüngeren Salzfolge scheint auf eine tiefere Einsenkung des jüngeren Barrenmeerbeckens hinzuweisen, als sie das ältere Niederschlagsgebiet besessen hat.

Hat es ein Jüngeres Kalimutterlager gegeben?

Bei dem älteren Salzbildungsprozesse führte das Verlorengehen der Verbindung des Laugenbeckens mit dem Ozean schließlich zur Abscheidung des Kalimutterlagers. Es ist sehr wohl möglich, daß auch die Jüngere Salzfolge ursprünglich einmal bis zu diesem Abschluß gelangt war.

Wie aber das Kalimutterlager der Älteren Salzfolge nur noch in einem kleinen Teile des ganzen erschlossenen Areals in einer Form erhalten geblieben ist, die als die ursprüngliche anerkannt werden kann, während es in anderen weit umfangreicheren Teilen in umgewandelter Form erscheint, in wieder anderen aber gänzlich fehlt, so ist das hypothetische Kalimutterlager der Jüngeren Salzfolge in seiner ursprünglichen Form—innerhalb des erschlossenen Areals wenigstens—überhaupt nicht mehr vorhanden. Wohl aber finden sich außerhalb des Staßfurt-Egelner Bezirks im Bereich der Jüngeren Salzfolge Kalilager, die ihrer chemischen Beschaffen-

Digitized by Google

heit nach vielleicht Abkömmlinge jenes hypothetischen Jüngeren Mutterlagers sein könnten, die aber freilich auch als jüngere Abkömmlinge des älteren Kalimutterlagers zu denken wären.

Den Schnitt der Erosionsfläche, bis zu dem die Jüngere Salzfolge wieder abgetragen ist, wäre man versucht, für das Staßfurter Profil an die Untergrenze jener roten Toneinlagerung zu verlegen, die oben beschrieben worden ist. Die Tonmasse selbst wäre dann als eine der Erosionsfläche auflagernde Rückstandsbildung zu deuten, während der darüber folgende Pegmatitähnliche Anhydrit mit dem auflagernden Salz bereits als Produkte des jüngeren deszendenten Umkristallisationsvorganges gelten müßten. Produkte dieses letzteren Vorganges würden weiterhin auch die im Hannöverschen im Bereiche der Jüngeren Salzfolge auftretenden Kalilager sein.

Digitized by Google

7. Entwicklung deszendenter Hartsalzlager aus dem Kalimutterlager.

Die Einlagerungsart der Hartsalze und ihrer Begleitschichten. — Die Steinsalzunterlagerung. — Das Hartsalzlager. — Die Hauptsalzauflagerung. — Seitherige Auffassung über die Entstehung der lagerförmigen Hartsalze. — Diskussion der älteren Auffassungen. — Die Hartsalzlager als deszendente Bildungen. — Eine Unstimmigkeit zwischen dem geologischen Ergebnis und der chemischen Forschung.

Die Einlagerungsart der Hartsalze und ihrer Begleitschichten

Die Kaliregion der Älteren Salzfolge findet sich selbst in den engen Grenzen des Staßfurt-Egeln-Aschersleb'ener Bezirks nicht allenthalben mehr in dem primitiven Typus entwickelt, der im Vorstehenden als der Muttertypus geschildert worden ist. Eine Komplikation entsteht zunächst dadurch; daß in inselförmig gesonderten, doch verhältnismäßig ausgedehnten Verbreitungsflächen lagerförmige Hartsalzvorkommen zwischen das Kalimutterlager und den Salzton sich einschieben. Es geschieht das nicht in der Weise, daß die Hartsalzlager als selbständige Schichtenglieder der unverschwächten Kaliregion der Älteren Salzfolge aufruhten; auch nicht so, daß etwa oberflächliche Teile des Kalimutterlagers selbst aus Hartsalz beständen. Vielmehr treten die Hartsalzvorkommen innerhalb flacher, schüsselförmiger Ablagerungsbecken auf, deren Boden in das Kalimutterlager eingesenkt liegt. Der untere Teil solcher Becken wird ausgefüllt von einer Steinsalzablagerung, darüber erst folgt die Zone der Hartsalzlager. Steinsalzunterlage wie Hartsalzauflagerung gewinnen zufolge ihrer Begrenzung durch die flach ausladenden Beckenwände die Gestalt schmaler, übereinander liegender Linsen, deren obere für gewöhnlich allseitig über den Körper der unteren übergreift. Im Hangenden des Hartsalzes erscheint zuweilen noch eine Auflagerung geschichteten Hauptsalzes, die jedoch meist nur geringe Mächtigkeit und unbedeutende

Digitized by Google

Flächenausdehnung erreicht. Das Ganze wird überlagert vom Salzton, der die unverschwächt erhaltenen Teile des Kalimutterlagers, ebenso wie die an anderer Stelle in dasselbe eingesenkten Beckenkörper gleichmäßig eingedeckt hat.

Für die geschilderte eigenartige Einsenkung der Hartsalzablagerungen in das Kalimutterlager bieten die Aufschlüsse in der Lagerstätte des Königl. Berlepsch-Schachtes ein vortreffliches Beispiel. Die Fig. 6 auf Tafel III gibt den Grundriß der 406 m-Sohle wieder. Hier erscheinen zwei getrennte Hartsalzbecken der beschriebenen Art, die sich auf den oberen Sohlen zu einem gemeinsamen Becken vereinigen. Sie stellen daher entweder buchtenförmige Ausläufer dieses letzteren dar, oder leiten wie Kanäle zu neuen, nach der Tiefe etwa folgenden Becken über. Das Kalimutterlager besitzt außerhalb des Bereiches der Einlagerungen eine Mächtigkeit von 40—50 m. An den am meisten verschwächten Stellen ist diese zurückgegangen bis auf etwa 3 m. Die Mächtigkeit der Hartsalzlager beträgt im Mittel 10—12 m. Ganz gleichartige Verhältnisse sind auch am Gegenflügel des Staßfurt-Egelner Sattels zu beobachten. Fig. 8 auf Tafel IV zeigt ein der Grube Neu-Staßfurt entnommenes Profilbild, in dem das Einschneiden der Beckenkörper in die Endglieder der Älteren Salzfolge deutlich zum Ausdruck kommt.

Freilich sind die bergbaulichen Aufschlüsse nicht überall derart, daß gerade an den Randzonen der Becken die Verhältnisse sonderlich klar gelegt wären. Daher ist vielleicht die auf den Gruben so häufig anzutreffende unklare Anschauung nicht zu verwundern, es gehe das Carnallitlager im Streichen in ein Hartsalzlager über, während tatsächlich nirgends ein solcher Übergang aus dem Material des Kalimutterlagers in das Material der Beckenkörper beobachtet werden konnte, daß einzelne Lagerbänke durch die Grenzzone ungehindert hindurchsetzten, und daß bei teilweiser Erhaltung des Gefüges der ganzen Lagerstätte nur der Mineralbestand in beiden Zonen ein verschiedener geworden wäre, etwa in der Weise, wie das an der Fußgrenze eines Kainithutes so unzweideutig zutrifft. Übrigens würde ja schon die innere Gliederung der Beckeneinlagerungen

Digitized by Google

in eine Steinsalzunterlage und Hartsalzauflagerung einen solchen Übergang schwer verständlich erscheinen lassen.

In dem besprochenen Querprofil aus der Grube Neu-Staßfurt schneidet die Einlagerungsgrenze der Beckenkörper in der Einfallrichtung der Lagerstätte tiefer und tiefer in die Glieder der Älteren Salzfolge ein. Denkt man sich den Schnitt der Grenzfläche nach unten verlängert, so wird er nach Durchquerung der Kieserit- und Polyhalitregion sehr bald in das Ältere Steinsalz eingetreten sein. Unmittelbar auf dieses käme die Steinsalzunterlagerung der Hartsalze zu liegen. Da Steinsalz von Steinsalz in der Praxis kaum unterschieden wird, jedenfalls alles Steinsalz unterhalb des Salztons für Älteres gilt, so wäre damit an die Stelle des Kalimutterlagers und der organisch überleitenden Zonen der Polyhalit- und Kieseritregion ein nur von Steinsalz unterlagertes, von Salzton überlagertes Hartsalzlager getreten. Die Baue im Südfelde der Grube Schmidtmannshall bei Aschersleben beispielsweise bewegen sich in einem derart gestalteten Lagerteil. Nehmen an anderer Stelle die bereits erwähnten schwachen Hauptsalzablagerungen, die sich innerhalb der Beckenausfüllungen im Hangenden der Hartsalzlager zuweilen finden, an Mächtigkeit und Ausdehnung zu, so kann ein Profil entstehen, das als Ersatz der ursprünglichen Salzfolge ein, wie im vorigen Fall, von Steinsalz unterlagertes, aber nun von Hauptsalz überlagertes Hartsalzlager aufweist. Ein Beispiel hierfür bietet die nordwestlich von Egeln gelegene Lagerstätte der Grube Wilhelmshall am Huy.

Die Hartsalzvorkommen der geschilderten Art finden sich, auch außerhalb des Staßfurt-Egeln-Aschersleber Bezirks, großenteils in ruhig gelagerten, tektonisch wenig beeinflußten Gebieten, in denen die unversehrte Beschaffenheit der Salztondecke wie der gesamten hangenden Schichtenfolge die Annahme einer umfangreichen posthumen Wasserwirkung ausgeschlossen erscheinen läßt. Hiernach kann auf einen genetischen Zusammenhang der lagerförmigen Hartsalze mit der tektonischen Gestaltung des Gebirges auch in solchen Fällen nicht geschlossen werden, wo dieselben etwa von Spaltenzügen durchsetzt sind oder in der Nähe von

Digitized by Google

Sattelaufwölbungen erscheinen. Der Zufall mußte es ja selbstverständlich fügen, daß bei der allgemeinen Gebirgsfaltung auch Teile der eingesenkten Hartsalzbecken in den Bereich solcher Störungszonen zu liegen kamen.

Die Steinsalzunterlagerung.

Die petrographische Beschaffenheit und innere Struktur der Hartsalzlager verändert sich zwar, wie später näher zu verfolgen ist, nur um ein Geringes, je weiter man vom Bezirke des Staßfurt-Egelner Sattels nach Westen, nördlich oder südlich um den Harz herum, vorgeht. Gewisse Hauptzüge bleiben ihnen jedoch gemeinsam.

Die in das Hauptsalzmutterlager eingesenkte Steinsalzunterlage der Hartsalzvorkommen des Staßfurter Bezirkes ist von dem in der Tiefe anstehenden Älteren Salz petrographisch unterschieden durch feinspätige Struktur und körnig-rauhen Bruch, sowie durch den Mangel einer klaren Streifung, chemisch durch ihren beträchtlichen, nach dem Hangenden hin steigenden Bestand an Kieserit und durch einen geringen Chlorkaligehalt. Der Kieserit findet sich teils in gesonderten Lagen, teils in feiner Verteilung dem Salze eingemengt. In der obersten Zone der Steinsalzunterlage, dicht unterhalb der Hartsalzgrenze, stellen sich in einzelnen Steinsalzbänken Langbeinit-Einsprengungen ein, an deren Stelle dann weiterhin die Sylvin-Einsprengungen treten, die im Verein mit Steinsalz und Kieserit das Gemenge des Hartsalzes entstehen lassen.

Der Langbeinit spielt daher hier wohl eine ähnlich überleitende Rolle, wie das ihm verwandte Polyhalitsalz im Verbande der Älteren Salzfolge, indem er die organische Verbindung zwischen der Steinsalzunterlagerung und dem Hartsalzlager herstellt.

Das Hartsalzlager.

Die eigentlichen Hartsalzlager des Staßfurter Bezirks sind ausgezeichnet durch eine vorzügliche Schichtung und klare Differenzierung der einzelnen Bestandteile.

Der Kieserit tritt in scharf gesonderten, 2—5 cm starken Lagen auf, die mit fast kieseritfreien, aus einem Gemenge von

Digitized by Google

Sylvin und Steinsalz bestehenden Lagen wechseln. Die Mächtigkeit der letzteren schwankt in den verschiedenen Hartsalzlagern zwischen wenigen Zentimetern und Fußstärke. Unterbrochen wird die Wechsellagerung der Kieserit- und Sylvin-Steinsalzlagen durch stärkere, in Abständen von 1—2 m eingeschaltete Steinsalzbänke ohne Kaliführung. Akzessorisch ist namentlich den sylvinhaltigen Lagen zuweilen ein beträchtlicher Gehalt an Anhydrit und nicht selten auch an Ton beigemengt.

Das Gesamtbild, das ein Hartsalzlager bietet, ist von dem des Hauptsalzmutterlagers charakteristisch verschieden. Den Hartsalzlagern fehlt im allgemeinen durchaus jene feine Verschlingung und selbständige Fältelung der einzelnen Lagen, wie sie in stärkerem oder geringerem Maße im Hauptsalzlager der Muttersalzfolge allenthalben zu beobachten ist. Geradlinig und scharf, wie mit dem Lineal gezeichnet, tritt das feingliedrige Gefüge der Lagerstätte weithin in den Firstenbauten in die Erscheinung. Nur innerhalb besonders gestauter Lagerteile sind größere Faltenschlingen wohl auch im Hartsalz anzutreffen, häufiger aber noch entstehen hier als Ausgleich der Druckwirkung Blattverschiebungen und flache Überschiebungen der Lagerbänke gegeneinander. Die Spuren dieser im einzelnen durchaus unbedeutenden Bewegungen zeigen sich in den so häufig auf den tonigen Schichtfugen zu beobachtenden Harnischen und Gleitschrammen.

Die Hauptsalzauflagerung.

Die im Hangenden der Hartsalzlager zuweilen erscheinenden Hauptsalzablagerungen entwickeln sich in kurzem Übergange aus jenen dadurch, daß an die Stelle der Sylvinelemente Carnallitelemente treten. In der Grenzzone finden sich beide Mineralien nebeneinander.

Bei größerer Mächtigkeit des hangenden Hauptsalzes, wie sie beispielsweise die Lagerstätte von Wilhelmshall zeigt, kann ein solches Lager äußerlich dem Kalimutterlager völlig gleichen. Meist ist jedoch sowohl die Mächtigkeit wie die Ausdehnung dieser hangendsten, chlormagnesiumreichen Salzausscheidungen nur eine geringfügige.

Digitized by Google

Seitherige Auffassungen über die Entstehung der lagerförmigen Hartsalze.

Bezüglich der genetischen Deutung der geschilderten Hartsalzlager begegnet man in der Praxis wie in der Literatur den mannigfachsten Auffassungen.

In der Praxis ist am verbreitetsten wohl die Anschauung, daß die lagerförmigen Hartsalze genau nach Art der Hutsalze entstandene, posthume Bildungen darstellen. Man glaubt, daß die Tagewässer auf Spalten bis zum Niveau des Kalimutterlagers niedergegangen seien und hier durch Entziehung des Chlormagnesiumgehaltes die Umwandlung des Hauptsalzes in Hartsalz bewirkt hätten. Auch in Gutachten und Prospekten kann man häufig genug lesen, daß die Nachbarschaft größerer Störungszonen für ein noch unerschlossenes Feld die Aussicht auf in der Tiefe anstehende Edelsalze eröffne.

Ochsenius verlegt in seiner letzten, als Einleitung für die »Kaliindustrie« geschriebenen Veröffentlichung die Entstehung der Hartsalzlager in die Bildungszeit des Jüngeren Salzes. Er spricht die Meinung aus, daß aus dem neu in das Barrengebiet eingebrochenen Meere Wasser auf Spalten und Rissen durch die Salztondecke hindurchgedrungen sei und innerhalb des Mutterlagers die Bildung der Hartsalze wie der anderen Edelsalze bewirkt habe.

Precht schiebt, wie bereits angedeutet wurde, zwischen die erfolgte Ablagerung des Kalimutterlagers und den Beginn der Salztonbildung eine Pause ein, in der die an die Oberfläche tretenden Teile des Kalimutterlagers durch lösende Wasser ihres Chlormagnesiumgehaltes beraubt wurden, so daß als Rückstandsbildung das Gemenge Hartsalz übrig blieb.

Löwe unterscheidet in seinem Aufsatz »Sekundäre Mineralbildung auf Kalisalzlagern« (Z. f. p. G. 1903) zwischen Hartsalzvorkommen, die am Hangenden von Carnallitlagern auftreten, und solchen, die am Liegenden oder regellos inmitten derselben erscheinen. Die letzteren beiden sollen zufolge ihrer Lagerung zum Carnallit »primäre« Bildungen sein. Für die ersteren aber nimmt er teils eine ähnliche Entstehungsweise an, wie Precht, indem er sie als reine Rückstandsbildungen ansieht, teils aber sollen sie entstanden sein durch ein lokales, vollständiges Inlösunggehen des

Digitized by Google

Mutterlagers und darauffolgendes Wiederauskrystallisieren an der gleichen Stelle.

Alle die angeführten Auffassungen, mit Ausnahme nur des an letzter Stelle genannten Falles, den Löwe ins Auge faßt, zeigen das Gemeinsame, daß sie die Hartsalze lediglich gelten lassen als durch Auslaugung entstandene Residuen des Hauptsalzmutterlagers. Der Unterschied liegt nur darin, daß die Bildung dieser Residuen teils verlegt wird in ein posthumes Stadium, teils in die Zeit unmittelbar nach oder in die vor der Ablagerung des Salztones. Diskussion der älteren Auffassungen

Sämtliche Erklärungsversuche beruhen auf der Betrachtung, daß größere Hartsalzvorkommen einerseits chemisch nicht wohl als »primäre« — das soll heißen: als unmittelbar aus eingeengten Meereslaugen abgeschiedene — Produkte angesehen werden können, daß aber andererseits die »sekundäre« Bildung von Hartsalz als Residuum aus Hauptsalz chemisch sehr wohl zu denken ist.

Läßt man die oben geschilderten Lagerungsverhältnisse der Hartsalzvorkommen, den inneren Aufbau derselben, ihre petrographische Beschaffenheit und ihre Struktur einfach außer acht, so mag man sich mit dieser lediglich chemischen Gesichtspunkten Rechnung tragenden Deutung wohl genügen lassen. Berücksichtigt man aber jene für die Lagerstättenforschung doch ausschlaggebenden Momente, so zeigt sich das Unzulängliche der angeführten Erklärungen.

Wären die Hartsalzlager wirklich Residuen in der Weise, wie es die in den Hutzonen vorkommenden, früher besprochenen Hartsalze allerdings sind, so müßten sie durchaus die massige, unklare und verschwommene Struktur zeigen, wie sie Rückstandsbildungen oder metasomatischen Umbildungen allgemein eigen ist. Undenkbar aber wäre es, daß das Residuum eines durch Wasserzirkulation ausgelaugten Hauptsalzlagers eine klarere Schichtung und schärfere Differenzierung der Bestandteile aufweist als dieses selbst.

Wären die lagerförmigen Hartsalze Residuen, so müßten ferner an den Grenzen dieser Vorkommen unzweideutige Übergänge aus dem umgewandelten Material in das Ausgangsmaterial zu beob-

Digitized by Google

achten sein, ähnlich denjenigen, welche an der Fußgrenze der Hutzonen hervortreten. Gleichfalls wäre zu erwarten, daß bei Umwandlungsbildungen von derart flächenhafter Ausdehnung hier und da noch Reste des ursprünglichen Materials im Verbande des entstandenen Hartsalzlagers anzutreffen wären. Solche Reste wären, je nach der Zeitperiode, in der man sich die Umbildungen entstanden denken will, in erster Linie zu erwarten, entweder in solchen Strichen, die von Störungszonen oder Sattelkuppen weitab gelegen sind, oder in den tieferen Teilen der Lagermasse.

Wären endlich die Hartsalzlager Residuen des Hauptsalzmutterlagers, so dürften sie — und das ist der Hauptpunkt — auch ausschließlich nur an derjenigen Stelle auftreten, die dieses im normalen Schichtenprofil der Älteren Salzfolge einnimmt. Man würde, da die Umbildung ja doch naturgemäß nur die Carnallitregion betroffen haben kann, fordern müssen, daß unter den Hartsalzlagern allenthalben die Kieserit- und Polyhalitregion anzutreffen wäre, die beide integrierende Bestandteile der organisch entwickelten Älteren Salzfolge bilden.

Im Bereiche des Staßfurt-Egelner Sattels ist das zwar, wie an der Lagerstätte des Berlepsch-Schachtes und der Grube Neustaßfurt gezeigt wurde, hier und da noch der Fall, in den bereits gestreiften Lagerstätten von Aschersleben und Wilhelmshall aber sind die Regionen des Kieserits und des Polyhalits unterhalb der Beckeneinlagerungen bereits völlig verschwunden. Es wurde auch schon angedeutet, daß die Verhältnisse weiter nach Westen hin erheblich mannigfaltigere werden, so daß bald jede unmittelbare Analogie mit der Muttersalzfolge verloren geht, und eine einheitliche, organische Entwicklung innerhalb der Salzablagerungen gänzlich fehlt.

Können die Hartsalzlager, da sie den aufgestellten Bedingungen in keiner Weise genügen, residuale Bildungen jedenfalls nicht sein, so können sie doch ebensowenig unmittelbar aus eingeengten Meereslaugen hervorgegangene Ablagerungen sein, derart etwa, daß sie eine durch besondere Verhältnisse bedingte, abweichende Fazies des Hauptsalzmutterlagers darstellen würden. Einmal

Digitized by Google

kann als erwiesen gelten, daß bei dem im Meereswasser gegebenen Verhältnis von Chlorkalium zu Chlormagnesium eine Hartsalzbildung in größerem Umfange selbst bei den höchsten denkbaren Temperaturen ausgeschlossen ist, und andererseits würde auch in diesem Falle die Einheitlichkeit des Eindampfungsvorganges in der Gesamtentwicklung der Salzfolge sich unzweideutig wiedergespiegelt haben.

Die Hartsalzlager als deszendente Bildungen.

Bei einer Erklärung der fraglichen Vorkommen sind die Lagerungsverhältnisse, der innere Aufbau, die Struktur in erster Linie in Rücksicht zu ziehen.

Wie oben dargelegt worden ist, stellen die Beckeneinlagerungen, für sich betrachtet, zwar eine organisch entwickelte Salzfolge dar, die sich aufbaut aus einer kieseritischen Steinsalzregion, einer Langbeinitregion, einer Hartsalzregion und einer hangenden Hauptsalzregion. Diese Salzfolge ruht jedoch wurzellos der zuvor offenbar verstümmelten Älteren Salzfolge auf. Zwischen beiden liegt ein trennender Schnitt.

Die Erkenntnis von dem Vorhandensein solcher Schnittflächen in den vom reinen Muttertypus abweichend aufgebauten Lagerstätten und das Verständnis für die Eigenart der geschilderten Einlagerung der Hartsalze in flach gewölbte, in das Mutterlager eingesenkte Becken, sowie für den inneren Organismus der Beckenablagerungen muß zu dem Schluß führen, daß in dem Verbreitungsgebiet der lagerförmigen Edelsalze zunächst eine in wechselnde Tiefe hinabgreifende Abtragung der ursprünglich vorhandenen Muttersalzfolge stattgefunden hat, und daß dann auf der Erosionsfläche, insbesondere in den beckenförmig ausgewaschenen Vertiefungen derselben, neue Salzfolgen aus neu entstandenen, die Abtragungsfläche überflutenden Laugen zur Ablagerung gelangt sind.

Diese Laugen können aus den Gründen, die gegen die Annahme der Hartsalze als ursprüngliche, ozeane Ablagerungen schon geltend gemacht worden sind, nicht die Zusammensetzung von Meereswasserlaugen gehabt haben, sondern müssen durch einen verhältnismäßig geringen Chlormagnesiumgehalt ausgezeichnet gewesen sein. Die Erfüllung für diese Bedingung ist zwanglos ge-

Digitized by Google

geben, wenn man annimmt, daß die Hartsalzlaugen aus der Zerstörung und Auflösung von Teilen des Hauptsalzmutterlagers gebildet wurden — Vorgänge, die ja, wie die erfolgte Abtragung beweist, während der gedachten Erosionsperiode in weitestem Umfange stattgefunden haben müssen.

Damit werden die über der Erosionsfläche abgelagerten Salze zwar zu neuauskristallisierten und daher in sich organisch entwickelten Niederschlägen, aber sie sind doch nicht unmittelbar dem Ozean entnommene Neubildungen, wie es das aus Hauptsalz bestehende Kalimutterlager ist, sondern stellen Abkömmlinge dieses letzteren dar und verkörpern so den Begriff der deszendenten Bildungen, der im 1. Capitel dieses Buches aufgestellt worden ist. Unter dieser Bezeichnung sind demnach zu verstehen alle Salzablagerungen, ob kaliführend oder nicht, die im Verlaufe einer großen Erosions- und Umlagerungsperiode, die sich an die Trockenlegung des Mutterkalilagers anschloß, auf den entstandenen Abtragungsflächen wieder zur Ablagerung gelangten, und die ihr Material zerstörten und abgetragenen Teilen dieser Salzfolge entnommen haben.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach würde sich zum Hartsalzabsatz sowohl eine Lauge, die aus der Auflösung eines bis dahin unversehrten Hauptsalzlagers hervorgegangen wäre, eignen, wie insbesondere auch eine solche, die durch Auflösung eines zuvor seines Chlormagnesiumgehaltes beraubten Teiles des Mutterlagers gebildet worden wäre.

Wurden solche deszendenten Lösungen in den Niederungen der Erosionsfläche zusammengeführt und der Verdunstung überlassen, so mußten sie ihren Gehalt an Salzen wiederum nach der Löslichkeitsfolge ausscheiden. Dementsprechend findet man bei den seither geschilderten Deszendenzbildungen zu unterst ein deszendentes Steinsalzmittel mit Kieserit, darüber vielfach Steinsalzbänke mit Kieserit und Langbeinit, dann das Hartsalzlager und endlich, nachdem der Chlormagnesiumgehalt die zur Carnallitbildung erforderliche Höhe erreicht hatte, in vielen Fällen noch ein deszendentes, bankiges Hauptsalzlager. Wo das letztere fehlt

Digitized by Google

oder nur in Spuren vorhanden ist, mag entweder eine abermalige, teilweise Abtragung eingetreten sein, oder es ist vielleicht der Ausscheidungsprozeß vor seiner Beendigung unterbrochen worden, oder endlich mag im einzelnen Falle der Chlormagnesiumgehalt der Deszendenzlauge ein besonders kleiner gewesen sein, vielleicht weil das unmittelbare Ausgangsmaterial nicht unversehrtes Hauptsalz, sondern bereits residuales Hartsalz gewesen ist. Auch durch weitere Zuflüsse deszendenter Lösungen während des einzelnen Ausscheidungsvorganges sind die mannigfachsten Variationen in der Aufeinanderfolge deszendenter Salze so einfach zu erklären, daß es nicht erforderlich ist, diese Möglichkeiten im einzelnen zu erörtern.

Eine Unstimmigkeit zwischen dem geologischen Ergebnis und der chemischen Forschung.

Die geschilderte Entstehungsweise steht mit dem chemischen Ergebnis der VAN'T HOFF'schen Forschungen in einem gewissen Widerspruch. Es ist oben schon dargelegt worden, welche besondere Rolle nach VAN'T HOFF der Chlormagnesiumgehalt der Lösungen für die Abscheidung von Kieserit neben Chlorkalium spielen soll.

Die gleichzeitige Abscheidung beider Salze nebeneinander aus chlormagnesiumarmen Lösungen wird nur für möglich erklärt bei Temperaturen von mehr als 73°. Unterhalb dieser Temperatur soll anstelle der getrennten Salze das Doppelsalz Kainit ausfallen, ja dasselbe soll sogar durchgehen bis zu 83°. Da nun während der Deszendenzperiode eine Kainitablagerung in den großen, seither erschlossenen Gebieten nirgends in nennenswertem Umfange eingetreten ist, alle bekannten Kainitbildungen vielmehr aus geologischen Gründen unzweifelhaft posthumer Entstehung sind, so wäre man nach VAN'T HOFF schon zu der Annahme gezwungen, daß die Temperatur von 73—83° für die gesamte, gewiß nach Jahrhunderten zu bemessende Zeitdauer der Deszendenzperiode durchweg die unterste Wärmegrenze gebildet habe. Diese Annahme muß doch wohl ausgeschlossen bleiben, selbst wenn man mit PREHT und OCHSENIUS zugeben kann, daß ähnliche Temperaturen in Salzwüstengebieten zeitweilig zustande kommen mögen.

Digitized by Google

Da dem gegenüber die Tatsache, daß Hartsalze in größtem Umfange aus deszendenten Lösungen auskristallisiert sind, nach geologischen Gesichtspunkten feststeht, so ist der Schluß wohl gerechtfertigt, daß es in der Natur noch andere Gründe für die Ausscheidung des Magnesiumsulfat-Monohydrats gegeben haben muß, als sie heute der chemischen Forschung bekannt sind. Es wird dem Kieserit vielleicht ähnlich ergehen, wie es dem Anhydrit ergangen ist, für dessen Bildung man seinerzeit auch glaubte, die wasserentziehende Wirkung der Chlormagnesiumsalze zugrunde legen zu müssen.

Digitized by Google

8. Entwicklung der deszendenten Hauptsalzkonglomerate aus dem Kalimutterlager.

Petrographischer Charakter der Konglomerate. — Verhältnis der Hauptsalzkonglomerate zum Kalimutterlager. — Die Hauptsalzkonglomerate als deszendente Bildungen.

Petrographischer Charakter der Konglomerate.

Das Kalimutterlager kann, wie in einem früheren Abschnitt dargelegt ist, seiner Entstehung gemäß in ursprünglicher Ausbildung nur aus bankig geschichtetem Hauptsalz bestehen.

Hauptsalze von ähnlicher Struktur finden sich auch in der Reihe der deszendenten Salzumlagerungen. Es sind das die oben besprochenen Hauptsalzvorkommen, die als Endglied der deszendenten Hartsalzreihen im Hangenden der Hartsalzlager zuweilen in größerer Mächtigkeit auftreten.

Neben dem bankig geschichteten Hauptsalz begegnet man nun aber, sobald man aus dem engeren Bezirk des Staßfurt-Egelner Sattels nördlich oder südlich heraustritt, einer besonderen, andersartig struierten Ausbildungsform des Hauptsalzes. Dieses Hauptsalz enthält nicht mehr Lagen und Bänke von Steinsalz und Kieserit im Wechsel mit solchen von Carnallitit, sondern Kieseritknollen und Steinsalzbrocken, die in eine Grundmasse von feinkristallinem Carnallitit eingebettet liegen. Zonen mit gröberen Einschlüssen wechseln mit feiner zusammengesetzten. Hierdurch, sowie durch geringe Abtönungen in der Rotfärbung der einzelnen Lagen kommt vielfach eine gewisse schüttige Schichtung der Masse unverkennbar zum Ausdruck.

An einem Abbaustoß dieses Hauptsalzgemenges wittern die größeren Steinsalz- und Kieseriteinschlüsse, wie auch die feinen Steinsalzkriställchen der Carnallititgrundmasse, sehr schnell aus der Stoßfläche heraus. Äußerlich gewährt das Lager dann, aus einiger

Digitized by Google

Entfernung betrachtet, täuschend das Bild einer Sand- und Geröllablagerung, oder — mehr noch vielleicht — das einer von brockigen Einschlüssen durchsetzten und unklar geschichteten Tuff- und Aschenmasse.

Der Eindruck des konglomeratischen oder breccienhaften Gefüges wird noch vermehrt, wenn zu den normalen Einschlüssen von Steinsalz und Kieserit Klumpen und Brocken von Salzton treten, oder wenn in den gröber zusammengesetzten Zonen gelegentlich ganze Bruchstücke und Fetzen von Steinsalz- oder auch von Hartsalzbänken eingestreut liegen. Beides ist sehr häufig und oft in ausgedehntem Maße der Fall. Fig. 5 auf Taf. II zeigt in photographischer Wiedergabe ein derartiges, grob struiertes Hauptsalz, dessen Erscheinung in eigenartigem Gegensatz steht zu der des überlagernden, bankig geschichteten Hartsalzes.

Verhältnis der Hauptsalzkonglomerate zum Kalimutterlager.

In der Literatur und Praxis wird ein Unterschied zwischen dem Hauptsalz des Mutterlagers und der geschilderten, so abweichend struierten Hauptsalzart seither nicht gemacht. Da beide Salzgemenge ihrem chemischen Bestande nach einander ziemlich gleichen, gelten sie eben beide als »Carnallite«, und da Carnallit das Prototyp des »primären« Kalisalzes ist, gelten sie beide für »primäre« Ablagerungen.

Man könnte nun freilich zunächst der Vermutung Raum geben, daß der Unterschied der Strukturen lediglich eine Folge tektonischer Druckwirkung oder vielleicht auch stattgehabter Aufweichung innerhalb des Kalimutterlagers bilde. So wie man bis heute in den lagerförmigen Hartsalzen allgemein nichts anderes zu sehen gewohnt ist als Rückstandsbildungen des Kalimutterlagers, so würden dann auch die massigen Hauptsalze nur durch Druck oder Wasserwirkung veränderte Teile des Kalimutterlagers darstellen müssen. In beiden Fällen würde nach diesem Gedankengange eine Ortsveränderung der Ablagerungen jedenfalls nicht stattgefunden haben.

Der Vorgang an sich könnte sowohl als posthumer wie als deszendenter gedacht werden. Beide Male wäre zu fordern, daß die massigen Hauptsalze nur an derjenigen Stelle der Ablagerungs-

Digitized by Google

reihe erschienen, die dem Kalimutterlager gebührt, für den ersteren Fall insbesondere auch, daß die Vorkommen von konglomeratartiger Struktur geknüpft wären an die Sattelaufbrüche des gefalteten Salzgebirges oder an tektonische Störungszüge.

Beides ist tatsächlich nicht der Fall. Man begegnet den fraglichen Hauptsalzen sowohl in gestörten wie in ganz ruhig gelagerten Teilen des Verbreitungsgebietes, und man trifft andererseits das bankig geschichtete Hauptsalz auch in den allergestörtesten Lagerzonen in ganz der gleichen Beschaffenheit an wie außerhalb derselben.

Dabei entspricht die Stellung der konglomeratischen Hauptsalze im Schichtenprofil kaum jemals derjenigen des Kalimutterlagers. Immer fast liegen dieselben unvermittelt entweder dem Älteren Steinsalz oder gar irgend einem Gliede der deszendenten Hartsalzreihen auf. Es fehlen ganz allgemein gerade den konglomeratischen Hauptsalzen durchaus jene überleitenden Schichtenglieder der Kieseritregion und der Polyhalitregion, welche eine organisch einheitliche Entwicklung jener Bildungen aus einer liegenden Anhydritregion heraus denkbar erscheinen ließen. Da diese Zwischenglieder aber für die Entwicklungsgeschichte der Älteren Salzfolge von integrierender Bedeutung sind, so können die konglomeratisch-massigen Hauptsalze so wenig bodenständig veränderte Teile des Endgliedes dieser Salzfolge sein, wie sie das ursprüngliche Endglied selbst darstellen können. Augenfälliger noch tritt diese Tatsache da hervor, wo die massigen Hauptsalze nicht nur wurzellos dem Älteren Steinsalz aufruhen, sondern wo sie unvermittelt im Hangenden irgend eines Gliedes der deszendenten Hartsalzreihen erscheinen. Und dieses bildet für weite Teile des Verbreitungsgebietes geradezu die Norm.

Die Hauptsalzkonglomerate als deszendente Bildungen.

Nach den vorstehenden Ausführungen müssen die konglomeratisch strukturierten Hauptsalzvorkommen ihrer Bildungszeit nach deszendenter Herkunft sein; ihrer Bildungsart nach müssen sie Umlagerungsprodukte des Kalimutterlagers darstellen. Sie können nur entstanden sein durch Auflösung und Abtragung von Teilen dieses Lagers und durch Zusammenführung der entstandenen

Digitized by Google

Laugen in den Niederungen der deszendenten Abtragungsfläche, in entsprechender Weise, wie das für die lagerförmigen Hartsalzvorkommen entwickelt worden ist. Während aber die Glieder der Hartsalzreihen: das deszendente Steinsalz, das Hartsalz selbst und das deszendente, bankige Hauptsalz als Absätze zur Ruhe gekommener und langsam eintrocknender Laugenseen zu denken sind, werden die Hauptsalzkonglomerate aus Laugen ausgeschieden worden sein, die in strömendem Laufe die Trümmer zerstörter Teile des Kalimutterlagers mit sich fortführten.

Solche Laugenströme mögen hervorgegangen sein aus Meereseinbrüchen, die das Kalimutterlager überfluteten. Die einbrechenden Wasser konnten die Bestandteile des Mutterlagers nicht entsprechend ihrem Mengenverhältnis, sondern nur entsprechend ihrem Löslichkeitsverhältnis aufnehmen. Indem sie sich daher vorwiegend mit Chlormagnesium, demnächst mit Chlorkalium und nur in geringer Menge mit Chlornatrium beluden, entstanden Laugen, die zum Absatz von Carnallitit geeignet waren. Da die Lösewässer, aus denen diese Laugen hervorgingen, aber gewaltsam in das Mutterhauptsalz einbrachen, so führten sie ungelöste Steinsalz- und Kieseritbrocken, Salztonbreccien und Boraxitknollen als mechanisch eingemengte Gerölle mit sich fort. Je nach der Menge der aufgenommenen Gerölle und je nach der Länge des zurückgelegten Weges entstanden dann in den Sammelbecken der Laugenströme Ablagerungen deszendenten Hauptsalzkonglomerates von bald feinerer, bald gröberer Struktur der in die Carnallititgrundmasse eingemengten Einschlüsse.

Wenn dann später, im Anschluß an diesen katastrophenartigen Vorgang, die von dem Wassereinbruch verschont gebliebenen Reste des Kalimutterlagers durch Erosion gelöst und fortgeführt wurden, so konnten aus den von diesen Lösungen gespeisten Laugenseen neben deszendenten Steinsalzablagerungen bankig geschichtete Hartsalzlager ausgeschieden werden. Wurde durch diesen Vorgang eine genügende Konzentration des Chlormagnesiumgehaltes schließlich erreicht, so war auch die Möglichkeit gegeben, daß aus den Hartsalzlagern sich noch ein deszen-

Digitized by Google

dentes, bankiges Hauptsalz entwickeln konnte, das nun in Zusammensetzung und Struktur dem Muttermaterial wieder nahezu gleichkam.

Digitized by Google

9. Die Auflagerungsfläche der Älteren deszendenten Bildungen.

Der mechanische Vorgang der Ablagerung. — Die Grenzzone und der Begriff des metamorphen Grenzsalzes.

Der mechanische Vorgang der Ablagerung.

Der mechanische Vorgang, der für die Ablagerung der Deszendenz-Salze auf Abtragungsflächen und für ihre Entstehung durch Lösung, Transport und Wiederabsatz der aufgenommenen Teile herangezogen wird, ist einer der alltäglichsten, den die geologische Wissenschaft kennt. Sind doch die gesamten klastischen Gesteine, z. B. also alle Grauwacken, Tonschiefer, Konglomerate oder Sandsteine, nichts anderes, als aus der Zerstörung und vielfachen Umlagerung älteren Gesteinsmaterials hervorgegangene Sedimente. Sehr viel schneller und eingreifender noch mußten aber Vorgänge dieser Art wirksam werden während einer Erosionsperiode, in der so leicht zerstörbare Gesteine wie die Salze, nachdem sie einmal an die Tagesoberfläche gelangt waren, der Einwirkung atmosphärischer Wasser oder einbrechender Meeresfluten ausgesetzt lagen. Zudem ist anzunehmen, daß eine mannigfache Verteilung der Lösewässer einerseits, und Abführung der entstehenden Laugen in bereits ausgewaschene Vertiefungen andererseits, besonders befördert worden ist durch die zwar dauernden, aber örtlich gewiß ungleichmäßigen Hebungen, die das gesamte Salzablagerungsgebiet vom Beginn der Kalimuttersalzbildung bis in die Mitte der Salztonperiode hinein erlitten hat (vergl. S. 63).

Bei diesem Vorgange ist es verständlich, daß die deszendenten Sedimente — ganz gleich, ob Hartsalze und deren Begleitschichten oder Hauptsalzkonglomerate — nicht immer unmittelbar auf das abgetragene Fundament der Älteren Salzfolge zu

Digitized by Google

liegen kamen, sondern sehr vielfach auch auf bereits vorher über diesem Fundament ausgebreitete ältere Ablagerungen deszendenter Herkunft.

Letzteres geschah meist nicht, ohne daß zuvor auch wieder Teile dieser deszendenten Auflagerungen abgetragen worden wären. Indem nun über einer verstümmelten, älteren Muttersalzfolge die deszendenten Hartsalze mit ihren zum Teil ebenfalls wieder verstümmelten Begleitschichten und die Hauptsalzkonglomerate beliebig aufeinander folgen, entsteht jene bunte Mannigfaltigkeit und Unregelmäßigkeit im Aufbau des Lagerstättenprofils, die scheinbar jede Analogie mit der organisch entwickelten Reihe der Muttersalzfolge vermissen läßt. Naturgemäß werden solche Verhältnisse in um so größerem Umfange Platz greifen, je zahlreichere Umlagerungen ein und dasselbe Material durchgemacht hat, je weiter man also in das Verbreitungsgebiet der deszendenten Salzsedimente vordringt.

Die Grenzzone und der Begriff des metamorphen Grenzsalzes.

Bei der geschilderten Ablagerungsart der deszendenten Salze wäre die Erwartung wohl gerechtfertigt, daß an den Untergrenzen der einzelnen selbständigen Auflagerungen in der Regel deutliche Diskordanzen zwischen der Schichtung des stehengebliebenen Fundamentes und der des aufliegenden, deszendenten Salzes festzustellen wären. Auch könnte man vermuten, daß die Auflagerungsgrenze im allgemeinen nicht einen glatten Schnitt bilde, sondern daß sie in den Lagerstättenprofilen als eine unregelmäßig treppenförmig eingefressene Linie erschiene.

Tatsächlich sind aber solche Beobachtungen nur in einzelnen Fällen möglich, und diese beschränken sich meist auf die Auflagerungsgrenzen der Hauptsalzkonglomerate. Hier ist allerdings ein treppenförmiges Einschneiden in die Bänke eines unterlagernden Steinsalzes oder Hartsalzes bei günstigen Aufschlüssen nicht gerade selten festzustellen. Ein besonders bezeichnendes Beispiel bringt die Fig. 11 auf Taf. V, welche das Einschneiden des Hauptsalzkonglomerates der Lagerstätte von Solvayhall in das tief bis in die Anhydritregion hinein abgedeckte Ältere Steinsalz

Digitized by Google

veranschaulicht. Die in der Zeichnung hervorgehobene Grenzlinie beider Salzarten bezeichnet den Erosions-Schnitt der permischen Tagesoberfläche, wie er kurz vor dem Auftreten des die Salzgerölle führenden Laugenstromes einmal zur Ausbildung gelangt war.

Daß zuweilen auch an der Untergrenze deszendenter Hartsalze ähnliche Diskordanzen festzustellen sind, beweist die der Sondershäuser Lagerstätte entnommene Fig. 10 auf Taf. V. In diesem Falle liegt die Erosionsfläche eingegraben in einer Ablagerung konglomeratischen Hauptsalzes. Die unregelmäßig napfförmigen Vertiefungen dieser Fläche, die vorübergehend einmal Tagesoberfläche war, werden ausgefüllt durch die untersten Bankabsätze der übergetretenen Hartsalzlaugen. Erst nachdem so die Bodenfläche ausnivelliert ist, sind die folgenden Niederschläge in zusammenhängender Decke zum Absatz gekommen.

Leider gehören, wie oben bemerkt, Aufschlüsse, die den deszendenten Charakter der aufgelagerten Salze so unzweideutig und unmittelbar erkennen lassen wie die hier angeführten, zu den Ausnahmen. Der Grund für diesen scheinbaren Mangel liegt in verschiedenen, sehr natürlichen Ursachen.

Bei den bankig geschichteten Deszendenzlagern besteht das unterste Glied im allgemeinen aus deszendentem Steinsalz. Da die petrographischen Unterschiede solchen Salzes vom Älteren Steinsalz vielfach gerade keine augenfälligen sind, so wird es in allen den Fällen, wo die Deszendenz unmittelbar auf Älterem Salz aufruht, an sich oft schwer sein, die eigentliche Grenzzone genau zu bestimmen. Ist dieses im Einzelfall aber möglich, so geht doch durch die posthume Stauchung, der die gesamte Masse gleichmäßig unterworfen gewesen ist, die anfänglich etwa vorhanden gewesene, meist ja nur geringe Diskordanz in den gefalteten Lagen des plastischen Salzes für das Auge wieder verloren.

Ähnliches findet nicht selten an der Auflagerungsgrenze konglomeratischen Hauptsalzes auf Steinsalz oder Hartsalz statt. Diese Salzarten verhalten sich dem Gebirgsdruck gegenüber in der Weise verschieden, daß die Lagen bankig geschichteter Steinsalz- und Hartsalzlager in Falten geschlungen werden, während

Digitized by Google

die Hauptsalzkonglomerate zu wulstförmigen Körpern sich aufstauen, in deren massiger Struktur die Wirkung der Gebirgsfaltung für gewöhnlich völlig verloren geht. Augenfällig tritt sie erst in Erscheinung in solchen Ausnahmefällen, wo einem Konglomeratlager größere geschlossene Steinsalzbänke eingeschaltet sind, die gemeinsam mit jenem der Stauung unterworfen wurden. Fälle dieser Art werden durch die Fig. 12 auf Taf. V und Fig. 16 auf Taf. VI veranschaulicht.

Gerade an der Untergrenze derartig gestauter Hauptsalzkonglomerate nun gelangen vielfach in unterlagernden Hartsalzen oder Steinsalzen besonders intensive Faltungserscheinungen zur Ausbildung, durch die der Charakter der ursprünglichen Grenzzone verwischt wird. (Vergl. Fig. 15, Taf. II.) Es entstehen hier im Gegenteil oft neue, scheinbare Diskordanzen, die man, wenn man die Ursache jener Faltungserscheinungen verkennt, versucht sein mag, für ursprüngliche zu nehmen.

Waren die besprochenen Ursachen solche, die auf posthumen Wirkungen beruhten, so ist in der Löslichkeit der Salze ein weiteres Moment gegeben, das schon unmittelbar bei der Auflagerung der deszendenten Bildungen wirksam gewesen ist, um die Unebenheiten der Erosionsfläche zu verwischen und auszunivellieren. Indem nämlich die über einer Erosionsfläche sich ausbreitenden Deszendenzlaugen, trotz ihrer beträchtlichen Konzentration, doch eine gewisse lösende Wirkung auf ihre Unterlage ausgeübt haben müssen, werden sie die obersten Teile des jeweiligen Salzfundamentes zunächst durchweicht und aufgenommen haben, um sie dann alsbald wieder fallen zu lassen. Die geringe Diffusion, die in Salzlangen herrscht, verhinderte eine weitere Vermengung der aufgenommenen Teile mit den überstehenden Laugen.

Auf diese Weise tritt an die Stelle eines scharfen Erosions-Schnittes in der Regel eine verschwommene, metamorphe Grenzzone, die den in seiner Struktur etwas veränderten, obersten Teil des Fundamentes enthält.

Bei einem Fundamente von Älterem Steinsalz besteht das metamorphe Grenzsalz aus einer $^1/_2$—2 m breiten Zone von dunkel-

Digitized by Google

gefärbtem, verschwommen struierten Steinsalz, in dessen Masse Anhydrit- und Tonpartikelchen ungleichmäßig verteilt sind. Das Grenzsalz gewinnt oft eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Materiale der in der Hutzone des Kalimutterlagers erhalten gebliebenen Steinsalzbänke (vergl. S. 57), die ja, wenn auch unendlich viel später, in ähnlicher Weise einmal von umgebenden Laugen angegriffen worden sind.

Sowohl von auflagerndem, deszendenten Steinsalz, wie von unterlagerndem Älteren Steinsalz ist das kainititähnlich gewordene Grenzsalz petrographisch meist gut unterschieden.

Geht man aus einer deszendenten Hartsalzlagerstätte ins Liegende, so wird man im allgemeinen zunächst deszendentes Steinsalz zu durchfahren haben. Da der Begriff des deszendenten Steinsalzes in der Praxis nicht bekannt ist, erregt es nicht selten Befremden, daß das Liegende Salz einen anderen Typus zeigt als den des erwarteten und wohlbekannten Älteren Salzes. Sind die Lagerungsverhältnisse steile, so wird zuweilen gar der Schluß gezogen, daß man sich im Horizonte des Jüngeren Salzes bewege. Fährt man dann aber genügend weiter vor, so gelangt man in typisch entwickeltes Älteres Salz. Hier an der Übergangsstelle wird man das metamorphe Grenzsalz zu suchen haben und es daselbst in der Regel auch antreffen.

Schneidet in anderen Fällen die Erosionsfläche nur in das Kalimutterlager ein, wie das am Staßfurt-Egelner Sattel mehrfach vorkommt, so besteht die Grenzzone aus metamorphem Hauptsalz. Vom unveränderten Mutterhauptsalz unterscheidet sich dieses sehr gut durch eine gewisse Auflösung der Struktur. Die ursprünglich so einheitlich geschlossenen Kieseritbänkchen sind in Fetzen und wurmartig gekrümmte Stücke verteilt, die, in einer Grundmasse von Carnallitit schwimmend, sich kaum mehr zu durchbrochenen Streifen anordnen wollen. In Fig. 9, Taf. IV, ist versucht worden, die Auflagerung deszendenter Salze auf das Kalimutterlager in einem den Bauen des Kgl. Berlepsch-Schachtes entnommenen Profilbilde darzustellen. Genau die gleichen Erscheinungen sind auf der Gegenseite des Egelner Sattels in der Grube Neu-Staßfurt zu beobachten.

Digitized by Google

Auch an der Auflagerungsgrenze von deszendentem Hartsalz auf konglomeratisches Hauptsalz sind in diesem letzteren metamorphe Grenzsalzzonen gelegentlich zu beobachten. Es entwickelt sich dann aus dem normalen Konglomerat eine Zone feinkristallinen Carnallitits, in der durch dünne, anfänglich noch vielfach unterbrochene Steinsalz- oder Anhydritlagen eine beginnende Bankung angedeutet ist, die zu der Struktur des auflagernden, von gleichartigen Bänkchen durchsetzten Hartsalzlagers überleitet. Ein Beispiel hierfür bietet u. a. die Lagerstätte des Kgl. Kalibergwerks Bleicherode, wo das Hauptsalzkonglomerat an der Grenze gegen das hangende Hartsalzlager die geschilderten Erscheinungen sehr deutlich zeigt.

Manche Hartsalzlager endlich, die in ihrer normalen Entwicklung den Kieserit nur in feiner und spärlicher Verteilung eingesprengt enthalten, wie z. B. die Lager von Sondershausen und Bleicherode, führen in der Grenzzone gegen überlagerndes Hauptsalzkonglomerat Kieserit in feinen Schnitzen und durchbrochenen Streifen.

Digitized by Google

10. Die Sonderentwicklung der Älteren Deszendenz im Südharzgebiet.

Überblick. — Das Ältere Steinsalz. — Die Kalilager. — Vertaubungszonen. — Das Fehlen deszendenten Hauptsalzes. — Das deszendente Steinsalz. — Gegenüberstellung von Staßfurter Typus und Südharztypus.

Überblick.

Konglomeratisches Hauptsalz und bankig geschichtetes Hartsalz — die beiden wichtigsten der in den vorhergehenden Abschnitten entwicklungsgeschichtlich geschilderten Ablagerungen der Älteren Deszendenzperiode — liefern die Hauptmasse der gesamten deutschen Kaliproduktion.

Geht man aus dem engeren Bezirke des Staßfurt-Egeln-Aschersleb ener Beckens zunächst in südlicher Richtung hinaus, überschreitet das Bernburg-Güstener Plateau, durchquert die Mansfelder und die Querfurter Mulde und folgt nun in westlicher Richtung dem südlichen Harzrande, so durchstreift man auf diesem ganzen Wege ausschließlich Lagerstätten von rein deszendentem Aufbau. Die Kalilager der auf diesem Wege gelegenen Gruben Solvayhall, Johannashall, Georgshall, Roßleben, Heldrungen, Sondershausen, Bleicherode, Sollstedt bestehen sämtlich aus wechselnden Ablagerungen von deszendentem Hauptsalzkonglomerat und Hartsalz, die zusammen mit deszendentem Steinsalz über einem Fundament von abgedecktem Älteren Steinsalz ausgebreitet liegen.

Das Ältere Steinsalz.

Während die Mächtigkeit des Älteren Steinsalzes in der vollständig erhaltenen Muttersalzfolge des Staßfurter Bezirkes normal 300—500, gelegentlich aber bis zu 900 m beträgt, hat der als Fundament der deszendenten Ablagerungen erhaltene Rest des Älteren Steinsalzes im Bereiche des Bernburger Plateaus, wie der

Digitized by Google

Mansfelder und der Querfurter Mulde, noch etwa 120—200, im Bereiche der Bleicheröder Mulde aber nur 50—60 m Mächtigkeit. Westlich von dieser letzteren Mulde breitet sich die weite Fläche des Eichsfeldes aus, in der, wie durch mehrfache Bohrungen nachgewiesen ist, nicht nur die Kalisalze, sondern auch das Ältere und das Jüngere Steinsalz fehlen.

Man ist gewöhnt, das Eichsfeld nach dem Vorgange v. KOENEN's als ein durch nachträgliche Auslaugung der Salze entstandenes Senkungsgebiet anzusehen. Nach dem oben Gesagten erscheint es jedoch weit näher liegend, das Fehlen des Älteren Steinsalzes wenigstens auf die bereits in der permischen Deszendenzperiode stattgehabte, von Osten nach Westen fortschreitende Abtragung dieses Horizontes zurückzuführen. Auch das Fehlen des deszendenten Kalisalzes braucht nicht notwendig eine Folge posthumer Auslaugung zu sein, sondern kann auf örtlichen Verhältnissen der Deszendenzperiode beruhen, da die Kalisalze dieser Herkunft naturgemäß nur in räumlich begrenzten Niederungen zum Absatz gelangten.

Die Eichsfeldbohrungen zeigen über dem Mittleren Zechstein eine 15—50 m mächtige Lage von bunten Tonen mit Gips und Anhydrit. Diese würden Ablagerungen und Residuen der Deszendenzzeit repräsentieren. Darüber folgt — meist von Salzton unterlagert — der Hauptanhydrit in normaler Mächtigkeit von 50—60 m. Das Vorhandensein dieses Schichtengliedes über der Abtragungsfläche der Älteren Deszendenzzeit beweist, daß mit ihm die Jüngere Salzfolge hierselbst ursprünglich zur Ausbildung gelangt war. An deren Stelle zeigen die Eichsfeldbohrungen jedoch eine 20—60 m starke Geröll- und Rückstandszone, welch letztere nun allerdings, im Einklang mit den trichterförmigen Einbrüchen der Tagesoberfläche, auf posthume Auslaugung dieses jüngeren Salzhorizontes hinweist.

Innerhalb der deszendenten Kaliablagerungen wechseln im ganzen Südharzgebiete Hauptsalzkonglomerate und Hartsalzlager Die Kalilager.

Digitized by Google

regellos miteinander ab. Die noch auf dem Bernburger Plateau gelegene Grube Solvayhall zeigt ein Konglomeratlager mit aufgelagerten Hartsalzen. Nur untergeordnet finden solche sich dort auch unter dem Konglomerat. Die Fig. 7 auf Taf. III gibt einen Vertikalschnitt durch diese Lagerstätte wieder, in dem die Auflagerungsart des Hauptsalzkonglomerates wie die Einlagerung der deszendenten Hartsalze mit ihren Begleitschichten vortrefflich zu erkennen ist.

In der Grube Georgischacht sind nur Konglomerate aufgeschlossen, in Roßleben vorwiegend Hartsalze mit einer räumlich beschränkten Einlagerung von Konglomerat. Die am Südflügel des Roßlebener Höhenzuges gelegene Grube Heldrungen zeigt wieder vorwiegend Hauptsalzkonglomerat. Die Lagerstätte von Sondershausen besteht ebenso wie diejenige von Bleicherode aus zwei deszendenten Hartsalzlagern mit einer zwischengeschalteten mächtigen Konglomeratablagerung, während die unweit von Bleicherode gelegene Grube Sollstedt ausschließlich auf Hartsalzen baut.

Das Hauptsalzkonglomerat zeigt auf diesem Wege keine Veränderung in bestimmter Richtung. Es besteht regellos bald aus gröberem, bald aus feinerem Material, es zeigt bald höheren, bald geringeren Gehalt an Kieserit, bald mehr, bald weniger Einmengung von Fremdkörpern. Sein Kaligehalt liegt im Durchschnitt um 1—2 pCt. höher als derjenige des Kalimutterlagers.

Das Hartsalz dagegen weist auf dem nämlichen Wege die folgende, gleichmäßig fortschreitende Entwicklung auf.

Wie in den vorhergegangenen Abschnitten näher geschildert worden ist, besteht bei den räumlich beschränkten Deszendenzlagern, die sich noch im Bereiche des Staßfurt-Egelner Sattels finden, eine scharfe Differenzierung der drei Faktoren des Hartsalzes in der Weise, daß geschlossene Kieseritbänkchen mit fast kieseritfreien Sylvin-Steinsalzbänkchen und mit tauben Steinsalzlagen wechseln. In der Lagerstätte von Solvayhall findet sich der Kieserit zwar auch noch in geschlossenen Lagen, der Hauptmenge

Digitized by Google

nach aber liegt er in Schmitzen und Flasern in den Sylvin-Steinsalzbänkchen des Lagers eingesprengt. In Roßleben bereits sind geschlossene Kieseritbänder kaum mehr anzutreffen. Der Kieseritgehalt hat wesentlich abgenommen und findet sich nur noch in feinster Verteilung. Mehr noch tritt der Kieserit in der Lagerstätte von Sondershausen zurück, und fast ganz fehlt er in Bleicherode und Sollstedt.

Mit der Abnahme an Kieserit geht scheinbar eine Zunahme des Ton- und Anhydritgehaltes Hand in Hand. Das Lagerstättenbild wird auf diese Weise charakteristisch verändert. In Sondershausen wie in Bleicherode erscheinen die Hartsalzlager gegliedert durch schmale, tonig-anhydritische Steinsalzlagen. Zwischen diesen wechseln rötliche Bänke von Sylvin-Steinsalz mit ganz geringer und ungleichmäßiger Kieseritbeimengung, sowie rötliche bis rotbraune Bänke sylvinfreien Steinsalzes.

Der Umstand, daß in den Hartsalzlagern des Südharzgebietes nach Westen zu der Kieserit mehr und mehr in den Hintergrund tritt, dürfte in der geringen Löslichkeit dieses Salzes und seiner dadurch bedingten geringen Transportfähigkeit beruhen.

Es ist früher (S. 54) dargelegt worden, daß Sylvinite nicht wohl als Residuen eines kieseritführenden Salzes, also eines Hauptsalzes oder Hartsalzes gedacht werden können, weil eine Auslaugung des Kieseritgehaltes nicht möglich ist, ohne daß zugleich Kainitbildung einträte. Sehr leicht aber können die Sylvinitlager aus der Umlagerung von Hartsalzen hervorgehen, wobei der Kieseritgehalt zum großen Teil im Residuum des Hartsalzes zurückbleiben wird. Ein deszendentes Kalilager wird daher um so kieseritärmer und damit sylvinitähnlicher werden, je zahlreichere Umlagerungen es durchgemacht hat. Über die eigentlichen Sylvinitlager und ihre Struktur wird an späterer Stelle zu sprechen sein. Es empfiehlt sich, die geschilderten Kalilager des Südharzrandes, trotzdem sie ein Übergangsglied zu den reinen Sylviniten bilden, nach ihrer ganzen Erscheinungsweise noch als Hartsalzlager zu bezeichnen.

Der Kaligehalt der Hartsalzlager nimmt, ebenso wie bei den

Digitized by Google

deszendenten Hartsalzen des Staßfurter Bezirks, auch am Südharz meist vom Liegenden nach dem Hangenden hin zu. Regelmäßig stellen sich bereits unterhalb des eigentlichen Lagers in den oberen Teilen der deszendenten Steinsalzunterlage Bänke mit Sylvineinsprengungen ein. Der Sylvingehalt reichert sich innerhalb des Lagers in den hangenden Lagen an, die tauben Bänke treten zurück.

Wie in dem organisch entwickelten Aufbau der deszendenten Steinsalz-Hartsalzablagerungen überhaupt, so spricht sich insbesondere in dieser gesetzmäßigen Erscheinung die Tatsache aus, daß jene Sedimente einheitliche Absätze am Grunde tieferer Laugenseeen der Deszendenzzeit gewesen sein müssen. Solche Laugenseeen stellen die Sammelbecken der periodisch zufließenden und unregelmäßig zusammengesetzten, deszendenten Laugenrinnsale dar. Sie bildeten eine Art Reservoir, durch das ein gewisser Ausgleich in der Zusammensetzung des Laugeninhalts erzielt und die Ausscheidung organisch aufgebauter Lagerkörper ermöglicht wurde.

Vertaubungszonen.

Eine Eigenart der Hartsalzlager, die in besonderem Maße für die Vorkommen des Südharzgebietes charakteristisch ist, bedarf an dieser Stelle noch der Erläuterung. Es sind das eigentümliche, örtliche Vertaubungen, die in den Sylvin-Steinsalzbänkchen der Lagerstätten durch unvermitteltes Zurücktreten der Sylvineinsprengungen sich einstellen. Die Bank selbst setzt am Streckenstoß als taube Steinsalzschicht ununterbrochen durch, um meist nach 10—20 m Abstand ihren Sylvingehalt wieder aufzunehmen. Besonders eigenartig ist dabei, daß solche Vertaubungen nicht auf eine einzelne Schicht beschränkt bleiben, sondern meist in mehreren Schichten übereinander eintreten. Die Vertaubungsgrenzen liegen in den einzelnen Bänken zwar nicht genau im gleichen Vertikalschnitt, aber sie sind doch höchstens nur um wenige Meter gegeneinander versetzt und springen treppenförmig bald vor, bald zurück. Das Gesamtbild der Lagerstätte wird durch diese Erscheinung in keiner Weise verändert, es bedarf schon eines geübten Blickes, um sie überhaupt zu bemerken.

Digitized by Google

Eine einwandfreie Erklärung ist nicht leicht zu geben. Jedenfalls sind die vertaubten Zonen der Lagerstätten in Teilen der Niederschlagsbecken abgeschieden worden, in denen örtlich eine jeweils für einen Zeitraum von Jahren konstant bleibende Laugenverdünnung geherrscht hat. Solche Verhältnisse können sich beispielsweise in der Mündungsgegend der zufließenden Salzlösungen oder auch im weiteren Bereiche solcher Strömungen wohl ausgebildet haben.

Das Fehlen deszendenten Hauptsalzes.

Deszendente, bankig geschichtete Hauptsalze sind im Südharzgebiet nirgends anzutreffen. Es mag sein, daß dieselben wieder abgetragen sind, es mag auch sein, daß in den westlichen Teilen des Gebietes dieses Endglied der Hartsalzreihen gar nicht mehr zum Absatz gelangt ist. Die leichte Zerstörbarkeit des Chlormagnesiums bewirkt, daß es verhältnismäßig schnell mit dem allgemeinen Kreislauf der Wasser zurück ins Meer gelangt. Infolgedessen werden deszendente Kalilager in der Regel um so chlormagnesiumärmer werden, je öfter sie der Einwirkung von Lösewässern ausgesetzt gewesen sind und je zahlreichere Umlagerungen ihr Material durchgemacht hat. Das Ergebnis ist bezüglich des Chlormagnesiums das gleiche wie bezüglich des Kieserits, wenn auch die Ursachen entgegengesetzte sind. Das aus dem Mutterhauptsalz resultierende Material wird mehr und mehr zu einem reinen Sylvinite werden.

Das deszendente Steinsalz.

Das deszendente Steinsalz, das meist nur als liegendstes Glied der Kaliablagerungen erscheint, zeigt am ganzen Südharzrande eine besonders charakteristische Ausbildung, die es vom Älteren Steinsalz leicht unterscheiden läßt. Es besteht aus hand- bis fußbreiten Bänken feinkrystallinen Salzes von meist rötlicher, oft rotbrauner oder rotgrauer Farbe. Diese werden getrennt durch 3—10 cm breite Lagen tonig anhydritischen Steinsalzes, die im Querschnitt als verschwommene, dunkle Streifen erscheinen. Aus dem gleichen Material bestehen der Hauptmasse nach die Bänke des aufruhenden Hartsalzlagers, nur führen sie, außerhalb des Bereiches der Vertaubungszonen, im rötlichen Steinsalz Sylvin-

UNIV. OF CALIFORNIA

einsprengungen, die nach dem Hangenden hin mehr und mehr in den Vordergrund treten.

Die Mächtigkeit des deszendenten Steinsalzes beträgt am Südharzrande 6—12 m. Die Auflagerungsgrenze desselben auf das Ältere Steinsalz, die leider nicht häufig durch die Grubenbaue erschlossen ist, wird durch eine metamorphe Zone von 1—2 m Breite im obersten Teile des Älteren Salzes repräsentiert. Zwischen den Lagen des Älteren Steinsalzes und denen des deszendenten Steinsalzes ist nach einem Aufschluß im Kgl. Kalibergwerk Bleicherode eine geringe Diskordanz unzweideutig erkennbar.

Gegenüberstellung von Staßfurter Typus und Südharztypus.

Dem Urtypus der permischen Salzablagerungen, wie er am Staßfurt-Egelner Sattel lokal noch anzutreffen ist — dem Staßfurter Typus —, steht der oben geschilderte Südharztypus gegenüber.

In der Gesamterscheinung unterscheidet sich das Südharzprofil in nichts von dem Staßfurter Profil. Abgesehen von gewissen Mächtigkeitsdifferenzen bleibt die Aufeinanderfolge der Schichten hier die gleiche wie dort. Auch das Kali findet sich in beiden Profilen nur in einem, und zwar in dem gleichen, unmittelbar unter dem Salzton gelegenen Horizont.

Das unterscheidende Kriterium liegt im inneren Aufbau des Kalihorizontes, der als ein rein deszendenter dem reinen Muttertypus entgegensteht. So verschiedenen Charakters beide aber auch sind, so ergibt sich doch aus den vorstehenden Betrachtungen, wie mühelos der eine aus dem anderen genetisch herzuleiten ist. Das Übergangsglied ist in dem modifizierten Staßfurter Typus gegeben, von dem oben bei der Entwicklung des Begriffs der deszendenten Hartsalzablagerungen ausgegangen worden ist.

Klar zeigt sich zugleich, welcher Widersinn in der landläufigen, schematischen Auffassung liegt, daß die Hartsalzlager des Südharzes residuale Umbildungen aus den dortigen Hauptsalzen seien, und daß die letzteren, weil sie das Element Carnallit enthalten, ohne weiteres das ozeane Mutterlager repräsentieren. Damit trägt man rein chemischen Gesichtspunkten wohl Rechnung, setzt aber zugleich voraus, daß solche Umbildungen bald im oberen,

Digitized by Google

bald aber auch im unteren Teile des angenommenen Mutterlagers vor sich gegangen wären, ferner, daß das Mutterlager selbst aus einem wurzellos aufgelagerten Konglomerat bestehen könne, und schließlich, daß das Residuum eines solchen konglomeratischen Materials die feingeschichtete Struktur der Hartsalzlager anzunehmen vermöchte.

Digitized by Google

11. Die Sonderentwicklung der Älteren Deszendenz im Werragebiet.

Überblick über das Werraprofil. — Das Obere Kalilager. — Eine posthume Umbildungszone über dem Oberen Kalilager. — Das Untere Kalilager. — Das Steinsalz des Werraprofils. — Entwicklung des Werratypus aus dem Südharztypus.

Überblick über das Werraprofil.

Weit mehr als der Südharztypus weicht der Typus der Werra-Lagerstätten vom Staßfurter Normaltypus ab.

Im Bereiche der Werragruben lagert zwischen dem sehr geringmächtigen Mittleren Zechstein einerseits und dem Unteren Buntsandstein andererseits eine 200—300 m starke Steinsalzfolge mit zwei inmitten derselben eingeschalteten, etwa 50—70 m von einander getrennten Kalilagern.

Über den Salzen ruht eine 35—65 m mächtige Ablagerung, die unter dem Namen »Untere Zechsteinletten« zusammengefaßt wird. Sie besteht aus wechselnden Lagen von grauem, zum Teil stark sandigen Salzton, grauen, auch roten Letten und von Anhydrit. Vielfach umschließt sie auch ein 2—5 m starkes Steinsalzlager. Auf die Unteren Letten folgt die Stufe des Plattendolomits mit 15—25 m Mächtigkeit. Das Gestein besteht aus einem dickbankigen, feinkörnigen Dolomit, der gelegentlich in seinem unteren Teile zahlreiche, blasenförmige Einschlüsse von Anhydrit enthält. Nur die obersten Lagen sind oft dünnplattig und von dichter Struktur. Sie werden bedeckt von dem Oberen Zechsteinletten, einem 10—20 m mächtigen, massigen roten Ton mit Einschlüssen von Anhydrit in Knauern und Schmitzen, auf den dann der Untere Buntsandstein — zunächst in der Fazies des Bröckelschiefers — folgt.

Von den angeführten Abteilungen des Werraprofils ist nur die unterste Stufe (Mittlerer Zechstein) und die oberste Stufe

Digitized by Google

(Obere Zechsteinletten) mit den entsprechenden Gliedern des Staßfurter Zechsteinprofils unmittelbar zu vergleichen. Die drei dazwischen liegenden Abteilungen: Salzlager, Untere Zechsteinletten und Plattendolomit, stehen den Abteilungen: Ältere Salzfolge, Salzton, Jüngere Salzfolge des Staßfurter Profils scheinbar fremd gegenüber. Und doch müssen sie nicht nur geologisch gleichzeitige Bildungen sein, sondern müssen, wie die mächtige Salzablagerung mit den eingefügten Kalilagern beweist, auch unter ähnlichen Bedingungen entstanden sein.

Das Obere Kalilager.

Von den beiden Kalilagern des Werraprofils ist das Obere ein Hartsalzlager, das Untere ein Hartsalzlager mit einem diskordant aufgelagerten Hauptsalzkonglomerat. Beide Lager sind dem Steinsalz fast unvermittelt eingefügt. Nur gelegentlich ist, 1—2 m herabreichend, eine feine Kieseritstreifung im liegenden Salz der Lager zu beobachten. Die Auflagerung ist in beiden Fällen eine völlig konkordante.

Das Obere Lager ist trotz seiner geringen Mächtigkeit von nur 2 m am beständigsten entwickelt. Man kann nach dem Chlorkaligehalt das Lager in drei Zonen zerlegen, von denen die untere etwa zwei Viertel, die beiden oberen etwa je ein Viertel der Mächtigkeit einnehmen. In der unteren Zone steigt der Sylvingehalt von etwa 10 auf 20 pCt., der Kieseritgehalt gleichzeitig von etwa 25 auf 35 pCt. Die mittlere Stufe wird durch die Einlagerung nahezu tauber Steinsalzbänke zu einer armen Zone, die oberste dagegen enthält neben nur 5—10 pCt. Kieserit meist 35—40 pCt. Sylvin.

Das Lager ist vorzüglich geschichtet, wenn die Schichtung auch äußerlich oft nicht augenfällig hervortritt. Der Grund hierfür liegt darin, daß einerseits den Sylvinelementen meist die Rotfärbung mangelt, und daß andererseits der Kieserit nicht in geschlossenen Lagen, sondern in feiner Verteilung auftritt. Die hangende Grenze ist in der Regel scharf markiert durch eine feine, dunkle Tonlage.

Digitized by Google

Eine posthume Umbildungszone über dem Oberen Kaliflöz.

Etwa $^1/_2$ bis 1 m über dem Hauptlager ist dem hangenden Steinsalz noch ein schmales, nur 10—20 cm messendes Begleitflöz eingeschaltet, das Sylvingehalte bis zu 60 pCt. aufweist. Besonderes Interesse gewinnt es dadurch, daß es vielfach der Schauplatz posthumer Mineralbildung gewesen zu sein scheint.

In den Grubenbauen von Wintershall namentlich finden sich in dieser Zone bis 4 m hohe, formlos gestaltete Nester reinen, glasklaren Carnallits. An einzelnen Stellen beschränkt sich die Carnallitbildung nicht auf die Zone des oberen Begleitlagers, sondern greift, trotz des trennenden Steinsalzmittels, auch auf die hangende reichste Zone des darunter folgenden Hauptlagers über. Im Bereiche der anderen Werragruben wird der Carnallit in geringerer Menge und nur in der Zone des Begleitlagers gelegentlich angetroffen.

Neben dem Carnallit findet sich hier auch Kristallsylvin, der nicht selten Drusen mit wohlausgebildeten Kristallen führt. In den milchig opalisierenden Spaltwürfeln dieses Salzes sind vielfach Laugeneinschlüsse mit darüberstehender, beweglicher Luftblasenlibelle zu beobachten. Vergesellschaftet sind die Sylvine meist mit blauem Steinsalz.

Der Habitus und die Kombination dieser Salzmineralien weisen nach anderwärts gemachten Erfahrungen unzweideutig auf posthume Umbildungsvorgänge hin. Der Schluß, daß diese so charakteristischen Mineralien auch im vorliegenden Falle die Produkte posthumer Laugenzirkulation sind, ist um so mehr gerechtfertigt, als sie sich gerade in dem höchst gelegenen Kalihorizont des Werraprofiles finden, der stellenweise nur noch 20—30 m Abstand von dem Unteren Zechsteinletten aufweist.

Man wird sich vorstellen dürfen, daß posthume, chlormagnesiumhaltige Laugen auf Spalten bis zur hangendsten, sylvinführenden Zone der Steinsalzablagerung gelangten, und daß sie hier lokal den Sylvingehalt aufnahmen, um ihn, soweit ihr Bestand an Chlormagnesium reichte, in Carnallit zu verwandeln, soweit das nicht der Fall war, als Kristallsylvin wieder auszuscheiden. Dabei wurden in den anschießenden Sylvinkristallen Tropfen der posthumen Lauge mit eingeschlossen.

Digitized by Google

Merkwürdig bleibt die verhältnismäßig weite, flächenhafte Verbreitung dieser Umbildungszone. Dagegen ist die lokale Mächtigkeit derselben zwanglos auf die Wirkung der Gebirgsstauchung, mit der die posthume Umbildung wohl Hand in Hand ging, zurückzuführen. Ihr gegenüber erweisen sich carnallitische Salze ja allenthalben in besonderem Maße nachgiebig.

Das Untere Kalilager.

Das durch ein 50—70 m mächtiges Steinsalzmittel von dem Oberen getrennte Untere Kalilager ist weniger gleichmäßig entwickelt als das erstere.

Wie oben schon bemerkt, besteht dasselbe aus einem liegenden Hartsalzlager und einem unmittelbar aufgelagerten Hauptsalzkonglomeratlager.

Das Hartsalzlager baut sich ähnlich wie das Hartsalz des Oberen Lagers aus einzelnen Bänken auf, in denen die Beteiligung der Elemente Sylvin und Kieserit eine wechselnde ist. Auf Grube Alexandershall kann die normale Mächtigkeit des liegenden Hartsalzlagers zu 2—2½ m angenommen werden. Dann gliedert sich die Lagerstätte wohl in eine liegende, 1 m starke Bank mit 17 pCt. Kieseritgehalt und etwa ebensoviel Sylvin, in eine mittlere 20—30 cm starke Bank mit nur etwa 2 pCt. Kieserit, aber 45 pCt. Sylvin, und in eine obere etwa 1 m mächtige Lage mit 10 pCt. Kieserit und rund 20 pCt. Sylvin. Abgesehen davon aber, daß diese Zahlen schwanken, wird eine Verschiebung des Lagerstättenbildes schon dadurch herbeigeführt, daß das diskordant auflagernde Hauptsalzkonglomerat vielfach bis in die mittlere Bank des Hartsalzlagers einschneidet. Das Konglomerat ist sehr kieseritarm. Seine Mächtigkeit beträgt 2—8 m.

Wie mannigfach das Untere Lager des Werraprofiles ausgebildet sein kann, zeigt beispielsweise ein Vergleich der obigen Lagerstätte mit der von Kaiseroda. Hier liegt unter dem Hauptsalzkonglomerat eine an sich ½—1 m mächtige Steinsalzbank mit Anhydritstreifung. Wie das aber häufig bei der Unterlage eines carnallitischen Konglomerates der Fall ist (vergl. S. 92 u.), zeigt sie vielfach intensive posthume Faltungen, durch die ihre Dicke auf 4 m wachsen kann. Unter dem Steinsalz folgt dann ein Hartsalz-

Digitized by Google

lager von oft nicht mehr als Fußstärke. Hier scheint demnach der obere Teil des Hartsalzlagers durch die Steinsalzbank ersetzt, also vertaubt zu sein.

Das Steinsalz des Werraprofils.

Das Steinsalz des Werraprofiles, das die geschilderten Kalilager umschließt, steht petrographisch dem deszendenten Steinsalz des Südharzgebietes nahe. Es zeigt wie dieses feinspätige Struktur, neben grauen vielfach rötliche und rotbraune Farbentöne und dunkle Streifung durch anhydritisch-tonige Einlagerungen. Die letzteren sind meist feiner und bestimmter gezeichnet als in dem deszendenten Steinsalz des Südharzrandes; zuweilen führen sie größere Anhydritkristalle (Alexandershall). Die Abstände der Streifen sind wechselnder als dort.

Sehr bemerkenswert ist die Erscheinung, daß im Werraprofil die Streifung des Steinsalzes im Liegenden der Hartsalzlager fast allenthalben eine engere wird. Es scheint das auf eine zeitweilige Verminderung der Laugenzuflüsse zu den deszendenten Salzseeen hinzuweisen, die dann zu vorübergehender völliger Eintrocknung und damit zur Bildung der Kalilager führte.

Ein gewisser Chlorkaliumgehalt ist dem Werra-Steinsalz ebenso wie dem deszendenten Salz des Südharzes durchweg eigen. Zuweilen, insbesondere über und unter dem Unteren Lager, finden sich feine, kaum 1 cm starke Streifen mit Sylvineinsprengungen im Salz.

Entwicklung des Werratypus aus dem Südharztypus.

Ihrem inneren Aufbau und ihrer petrographischen Beschaffenheit nach kann die Steinsalzablagerung des Werraprofils mitsamt den eingeschlossenen Kalilagern als eine Muttersalzbildung nicht in Frage kommen. Sie muß deszendenter Herkunft sein, und zwar sprechen die Verhältnisse dafür, daß sie der Älteren Deszendenz angehört. Die Unterlage der Werrasalze ist dem Mittleren Zechstein des Südharz- oder des Staßfurter Profils gleichzustellen. Ihr Hangendes, der Untere Zechsteinletten, ist eine offenbare Wüstenbildung, die genetisch dem Salzton gleichkommt, und die auch petrographisch insofern mit diesem besondere Verwandtschaft zeigt, als gewisse Sandstein- und sandige Tonbänke in beiden Horizonten in genau gleicher Beschaffenheit anzutreffen sind.

Digitized by Google

Läßt man eine Identifizierung beider Horizonte zu, so wäre weiterhin der über dem Unteren Zechsteinletten folgende Plattendolomit dem Hauptanhydrit des Staßfurter Profils gleichzustellen, während das Jüngere Steinsalz oder die Jüngere Deszendenz fehlen würde. Auch das erscheint nicht unzulässig. Der Plattendolomit könnte sehr wohl eine Uferfazies der Absätze des jüngeren Barrenmeeres verkörpern, an deren Stelle nach dem Beckeninneren zu der über dem dolomitischen Teile des Salztones lagernde Hauptanhydrit tritt, welch letzterer nun, wieder weiter nach dem Inneren zu, auch von dem Niederschlag des Jüngeren Muttersteinsalzes bedeckt wird. Schließlich wird die gesamte Schichtenfolge des Werraprofils, ebenso wie diejenige des Südharz- und des Staßfurter Profils, eingebettet unter die über dem ganzen Gebiete gleichmäßig ausgebreitete Decke der Oberen Zechsteinletten und des aus diesen hervorgehenden Unteren Buntsandsteins.

Gehören die Werrasalze der Älteren Deszendenzperiode an, so bestände zwischen ihnen und den deszendenten Salzablagerungen des Südharzrandes nur ein gradueller Unterschied in der Mächtigkeitsentwicklung. Daß hier die Deszendenzsalze einem Fundament von Älterem Steinsalz aufruhen, während das Fundament der Werrasalze unmittelbar der Mittlere Zechstein bildet, ist ohne Belang, da die Abtragung der Älteren Salzfolge bald nur eine teilweise, bald eine vollständige gewesen sein kann. Auch auf dem schon beschrittenen Wege aus dem Staßfurt-Egelner Bezirk südlich um den Harz herum bis ins Eichsfeld hinein war eine zunächst mit wenigen Metern beginnende und schließlich bis zur Vollständigkeit fortschreitende Abtragung der Muttersalzfolge festgestellt worden.

Die geringe Mächtigkeit, die der Mittlere Zechstein in der Werragegend aufweist, dürfte darauf hindeuten, daß hier auch dieser der Abtragung teilweise noch zum Opfer gefallen ist.

Scheint die Identifizierung der permischen Ablagerungen beider Gebiete in der geschilderten Weise theoretisch wohl zulässig zu sein, so ist ein unmittelbarer praktischer Beweis für dieselbe doch zurzeit noch nicht zu erbringen.

Das Werragebirt liegt von dem Südharzrande mehr als 60 km

Digitized by Google

entfernt. Die Verbindungslinie, die von dem in Anlage V. beigefügten Profilbilde durchmessen wird, überspannt das weite nordthüringische Muschelkalk-Keuperbecken und an dessen Südrande den Wall des Thüringer Waldes. Im Bereiche des nordthüringer Plateaus liegen Bohraufschlüsse nicht vor. Die Salzablagerungen würden hier erst in Tiefen von mehr als 1000 m zu erwarten sein. An ihrem Vorhandensein zu zweifeln, besteht jedoch kein Anlaß. Südlich vom Plateau ist erst in der Gegend von Creuzburg, nur etwa 5 km vom Nordrande des Thüringer Waldes entfernt, ein geologisch interessanter Bohraufschluß gegeben, der zwar keine Kalisalze, wohl aber zwei wichtige Glieder des Südharzprofils, den Salzton und den Hauptanhydrit in typischer Entwicklung aufweist. Daraus ist zu schließen, daß diese Leitschichten vom Südharzrande unter der unerschlossenen Fläche des Keuperplateaus hindurch bis in die Nähe des nördlichen Thüringer Waldrandes sich fortsetzen.

Daß aber nicht etwa das Waldgebirge selbst schon in der Zechsteinzeit einen trennenden Wall zwischen den Salzablagerungen vom Werratypus einerseits und vom Südharztypus andererseits gebildet hat, wird durch die Tatsache bewiesen, daß in der Gegend von Eisenach, also ebenfalls am nördlichen Gebirgsrande, echte Plattendolomite über Tage angetroffen werden. Der Übergang beider Typen muß daher in der Schnittlinie des Profils, nördlich vom Thüringer Walde in der Gegend zwischen Eisenach und Creuzburg gesucht werden. Es ist nur eine Laune des Zufalls, daß die spätere Aufrichtung des Waldgebirges in der Nachbarschaft dieser Übergangszone erfolgte. Die permischen Riffbildungen, die den Rand des Gebirges stellenweise begleiten, weisen zwar darauf hin, daß in dieser Gegend wohl schon in der Zechsteinzeit eine Schwelle ausgebildet war. Dieselbe kann jedoch, wie das bekannte Auftreten oberpermischer Sedimente auf der Höhe des heutigen Gebirges beweist, nur von unbedeutender Erhebung gewesen sein und muß der umgreifenden Lagerung des Plattendolomits zufolge inselförmige oder wenigstens halbinselförmige Gestalt besessen haben.

In dem Profilbilde der Anlage V. ist die Gleichstellung der

Digitized by Google

Glieder des Werraprofils mit den Gliedern des Südharzprofils in der oben dargelegten Weise zeichnerisch durchgeführt worden.

Die bis jetzt nur durch Bohraufschlüsse bekannten Zechsteinablagerungen des Fuldagebietes an der Ostseite des Vogelsberges zeigen einen ähnlichen Aufbau wie die Werralagerstätten. Auch sie sind in das obige Profilbild mit einbezogen worden.

Digitized by Google

12. Die Sonderentwicklung der Älteren Deszendenz im nördlichen und nordwestlichen Harzvorland.

Übersicht der in Betracht kommenden Lagerstätten. — Die Wirkung des Gebirgsdruckes in stark gefalteten Salzlagerstätten. — Die Lagerstätte von Hohenzollern als Beispiel für die Entwicklung der Älteren Deszendenz im nordwestlichen Harzrandbezirk. Posthume Langbeinitisierung eines Hartsalzlagers. — Die Lagerstätte von Carlsfund als Beispiel für unvollständige Kainitisierung konglomeratischen Hauptsalzes in einer eigenartig gestalteten Hutzone. — Die Lagerstätte von Wilhelmshall als Beispiel für eine mächtig entwickelte Ablagerung deszendenten, bankig geschichteten Hauptsalzes im Hangenden eines Hartsalzlagers.

Übersicht der in Betracht kommenden Lagerstätten.

Wie am südöstlichen und südlichen Rande des Harzes, so bauen auch nordwestlich und nördlich von dieser paläozoischen Gebirgsschwelle zahlreiche Gruben ausschließlich auf Lagerstätten der Älteren Deszendenz. Zu ihnen gesellen sich in dem gleichen Nordrandbezirke und in einer von hier aus in das nördliche Hannover hinübergreifenden Zone freilich andere, die neben den älteren deszendenten Lagerstätten solche bauen, die einer hangenden Jüngeren Deszendenzperiode angehören. Die Beschreibung der letzteren Vorkommen bleibt dem folgenden 13. Kapitel dieses Buches vorbehalten.

Von der Klasse der hier zu betrachtenden Lagerstätten liegt eine größere Gruppe der Nordwestecke des Harzes vorgelagert. Sie schließt sich nördlich an die sterile Fläche des Eichsfeldes an, die das Endziel des oben bei der Besprechung des Südharzgebietes eingeschlagenen Weges gebildet hatte. Es gehören hierher die Gruben des Leinetal-Sattels: Hohenzollern, Desdemona, Frisch Glück, die Grube des Gr. Rhüdener Sattels: Carlsfund und die im Solinger Wald, westlich vom Eichsfeld gelegene Grube Justus. Eine andere Gruppe liegt nordwestlich vom Staßfurt-Egeln-Aschersleben Bezirk in dem zwischen Nordharzrand und Flechtinger Höhenzug eingeschlossenen Magdeburg-Halber-

Digitized by Google

städter Becken. Hierhin gehören die Gruben Wilhelmshall, Asse, Hedwigsburg, Thiederhall, Friedrichshall, Hohenfels, Beienrode und wahrscheinlich auch Burbach und Einigkeit.

Die Kalilager dieser Gruben treten durchweg, analog der Entwicklung des Südharzprofiles, in einer zwischen Salzton und Älterem Steinsalz gelegenen Zone auf. Sie müssen, da sie deszendenter Herkunft sind, von dem Fundament des Älteren Steinsalzes in gleicher Weise wie die Südharzlagerstätten durch eine Abtragungsfläche getrennt sein. Am Aufbau der Kalilager beteiligen sich, wie in den vorbesprochenen Gebieten, in erster Linie Hartsalze und Hauptsalzkonglomerate, die als die typischen Vertreter der Älteren Deszendenzperiode gelten können. Nur die Grube Wilhelmshall zeichnet sich durch ein größeres Vorkommen bankig geschichteten, deszendenten Hauptsalzes aus, auf dessen mächtige Entwicklung früher schon hingewiesen worden ist. Daneben gewinnen auf fast allen Lagerstätten posthume Umbildungen des deszendenten Materials praktische Bedeutung.

Die Wirkung des Gebirgsdruckes in stark gefalteten Salzlagerstätten.

Eine besondere Unregelmäßigkeit, die häufig bis zu völliger Verschleierung des eigentlichen Lagerstättenprofils gehen kann, wird durch die Gebirgsfaltung in viele der genannten Lagerstätten hineingetragen. Diese Verhältnisse verdienen besondere Beachtung, will man aus so verwirrten Profilen, wie sie beispielsweise Gruben wie Desdemona, Hohenzollern, Burbach zeigen, das Lagerstättenbild in seiner reinen deszendenten Entwicklung herausschälen.

Der Umstand, daß die Faltungserscheinungen bei den Lagerstätten des nördlichen und nordwestlichen Harzvorlandes in so besonderem Maße hervortreten, liegt in dem eigenartigen tektonischen Aufbau dieses Bezirks begründet, in dem der permische Salzhorizont vielfach nur innerhalb steil aufgestauter Sattelaufbrüche in bergmännisch erreichbare Tiefe eingetaucht. Die den Salzen innewohnende Plastizität kann in derart beanspruchten Teilen der Verbreitungsfläche zu den erstaunlichsten Stauchungen, Zerrungen und Faltungen führen. Es vermag daraus bald ein Fehlen des Lagers, bald ein vielfaches Übereinanderliegen zu entstehen, oder

Digitized by Google

es können an sich geringmächtige Lagerstättenteile aufgebaucht, oder gar zu einem unentwirrbaren Knäuel zusammengefaltet werden, woraus sich zuweilen ungeheuerliche Mächtigkeiten ergeben.

Der Plastizität der Salze steht die verhältnismäßig große Sprödigkeit der beiden, inmitten derselben eingelagerten Schichtenglieder Salzton und Hauptanhydrit gegenüber. Der Gebirgsdruck, der die Salzmassen knetet und faltet, zersprengt das eingeschlossene Ton- und Anhydritlager und verschiebt die durchschnittenen Schollen desselben auf tektonischen Flächen. Die Spur der letzteren geht im Salz völlig verloren. Ein Einzelbeispiel für dieses so häufig zu beobachtende Verhalten bringt Fig. 14 auf Taf. VI. In den in Anlage 3—5 beigefügten Profilbildern ist die gleiche Erscheinung generell überall zum Ausdruck gekommen.

Den Bewegungen der umgebenden Salzmassen vermögen Hauptanhydrit und Salzton nicht zu folgen. In gestauchten Lagerteilen bilden sie übereinandergeschobene Schollen, in gezerrten Teilen fehlen sie ganz oder erscheinen als versprengte, zusammenhanglose Bruchstücke. Um solche ist das benachbarte Salz allseitig herumgepreßt, derart vollkommen oft, daß die Schichtlagen sich der Oberfläche der Scholle aufs innigste anschmiegen, und daß in den Zwischenräumen zwischen den zerfallenen Schollen keine Spur einer Naht sichtbar wird. Die Fig. 13 auf Taf. VI bietet ein charakteristisches Beispiel für diese Erscheinung. Auch das früher schon in Betracht gezogene Lagerstättenbild von Bleicherode (Taf. VII) ist in dieser Hinsicht von besonderem Interesse, weil hier das charakteristische Verhalten der beiden verschieden veranlagten Schichtenglieder zur Anschauung gebracht ist.

Die Lagerstätte von Hohenzollern als Beispiel für die Entwicklung der Älteren Desrendenz im nordwestlichen Harzrandbezirk. Posthume Langbeinitisierung eines Hartsalzlagers.

Indem die für die Horizontbestimmung so wichtigen Leitschichten Anhydrit und Salzton großenteils ganz fehlen, oder doch vielfach eine von ihnen unterdrückt ist, wird die Orientierung im Profil der Salzablagerungen häufig außerordentlich erschwert. Eine klare Erkenntnis der genetischen Stellung der einzelnen Salzlager kann hier von großer Wichtigkeit werden.

Von den oben genannten Lagerstätten seien einige zu etwas eingehenderer Betrachtung als Beispiele willkürlich herausgegriffen:

Digitized by Google

am Nordwestharz die Gruben Hohenzollern und Carlsfund, im Magdeburg-Halberstädter Becken die Grube Wilhelmshall am Huy.

Das Kalilager von Hohenzollern ist auf Taf. VIII im Grundriß der 620 m-Sohle dargestellt. In dieser Sohle zeigt sich die in den oberen Horizonten außerordentlich zerschlagene Lagerstätte in ziemlich ungestörter Entwicklung.

Als unteres Glied der Kaliablagerungen erscheint ein deszendentes Hauptsalzkonglomeratlager, das durch die Beimengung zahlreicher Brocken dunklen Salztones gekennzeichnet ist. Dieser liegende Lagerteil ist im Bereich der Grubenbaue zwar überall vertreten, seine Mächtigkeit wechselt jedoch außerordentlich. Sie beträgt oft nur wenige Meter, steigt aber lokal bis auf 80 m an. Der Hauptsache nach müssen solche Mächtigkeitsschwankungen, die gerade in carnallitischen Ablagerungen so vielfach anzutreffen sind, auf die Druckwirkung der Gebirgsfaltung zurückgeführt werden.

Unter dem Hauptsalzkonglomerat ruht eine mächtige Ablagerung deszendenten Steinsalzes, in der eine größere Anzahl schwacher, liegender Hauptsalzkonglomerat- und auch Hartsalzlager auftreten. Es ist wahrscheinlich, daß diese Vielheit nur eine scheinbare ist, die durch Faltung bloß eines oder doch nur weniger Liegendlager hervorgebracht wird.

Über dem Hauptsalzkonglomeratlager folgen zwei Hartsalzlager, die durch eine im Niveau der dargestellten Sohle etwa 250 m lange und 6—8 m mächtige, deszendente Steinsalzlinse getrennt sind.

Das liegende Hartsalzlager ruht diskordant dem Konglomeratlager auf und wird anscheinend diskordant von der Steinsalzlinse überlagert. Beide Grenzflächen des liegenden Hartsalzlagers bezeichnen daher Stadien vorübergehenden Trockenliegens des deszendenten Laugenseegebietes. Es erklärt sich wohl hieraus die wechselnde Mächtigkeitsentfaltung des liegenden Lagers, das bald nahezu ganz verschwunden, bald in größeren, linsenförmigen Körpern erhalten ist. Petrographisch steht das liegende Hartsalz demjenigen, welches am Staßfurt-Egelner Sattel — also

Digitized by Google

im Bereiche des noch erhaltenen Kalimutterlagers — auftritt, sehr viel näher als dasjenige, das sich längs des Südharzrandes oder im Werragebiet aus diesem entwickelt. Es zeigt, wie die Deszendenzlager von Neu-Staßfurt oder vom Berlepsch-Schacht, eine klare Differenzierung des Elementes Kieserit, das in geschlossenen, 3—5 cm breiten Streifen in der Lagermasse vertreten ist, während die dazwischen folgenden Sylvin-Steinsalzlagen oft sehr kieseritarm sind. Die Schichtung des Lagers ist bei dieser Ausbildung klar und scharf gezeichnet.

Das deszendente Steinsalzmittel und das Hangende Hartsalzlager sind organisch zusammengehörige Absätze aus einer Neuüberflutung des Laugenseegebietes. Sie stehen in dem gleichen Verhältnis zueinander wie die früher besprochenen, auf Taf. III dargestellten, deszendenten Steinsalz- und Hartsalzeinlagerungen in den Lagerstätten des Berlepsch- und des Ernst Solvay-Schachtes.

Unmittelbar über diesen Absätzen folgt hier wie dort der Salzton.

Das Hangende Hartsalzlager greift weit über die Ränder der Steinsalzunterlage hinüber. Indem es jenseits derselben sich unmittelbar auf das liegende Hartsalz auflegt, vereinigt es sich mit diesem scheinbar zu einem Lager.

An den überschießenden Flügeln ist die petrographische Beschaffenheit die gleiche wie beim liegenden Lager auch. Abweichend gestaltet sie sich jedoch in einer über dem Steinsalzmittel gelegenen Zone, deren streichende Ausdehnung freilich, wie Taf. VIII zeigt, nur ungefähr mit der Erstreckung des Mittels zusammenfällt.

In dieser mittleren Zone sind die Elemente Kieserit und Sylvin des Hartsalzes chemisch vereinigt zu dem Mineral Langbeinit, so daß das Lager hier zu einem Langbeinit-Steinsalzlager wird.

Da Langbeinit in anderen Hartsalzlagern und namentlich auch an der Untergrenze derselben als zweifellos deszendentes Salz auftritt, so könnte man das gleiche zunächst auch hier vermuten. Man würde damit voraussetzen, daß am Boden des Laugensees

Digitized by Google

lokal besondere Verhältnisse bezüglich Temperatur und Konzentration vorgelegen hätten, durch die strichweise nicht Hartsalz, sondern Langbeinit-Steinsalz abgeschieden wurde. Beobachtet man aber im vorliegenden Falle die so charakteristisch verschwommene Struktur, die die langbeinitische Zone des Hartsalzlagers angenommen hat, und berücksichtigt man den Umstand, daß die Langbeinitisierung sich gerade nur auf das hangendste und unmittelbar unter dem Salzton gelegene Glied der gesamten Kalilagerstätte erstreckt, so gewinnt die Annahme nachträglicher Umbildung an Wahrscheinlichkeit.

Auf die Wirkung posthumer Laugenzirkulation weist insbesondere auch die Ausbildungsart des Langbeinitminerals hin. Es zeigt dieses, analog der posthumen Form aller anderen Salze, eine nach Gehalt und Menge besonders reiche und volle Entwicklung. Der Langbeinit von Hohenzollern erscheint nicht, wie das bei deszendenten Langbeiniten der Fall ist, in kleinen Einsprenglingen im Steinsalz verteilt, sondern vielfach in größeren, nesterförmigen, unklar mit dem umgebenden Salz verwachsenen Anhäufungen, die das Mineral in glasklaren, stengelig zerfallenden Massen enthalten. Daß auch sonst in Hohenzollern posthume Lösungen an der Untergrenze des Salztones in größerem Maße tätig gewesen sind, beweist der Reichtum dieser Zone an Kristallsylvin- und Kristallsteinsalzansiedelungen.

Der Übergang aus dem posthumen, langbeinitisierten Teil des Hartsalzlagers in den klargeschichteten, deszendenten Teil ist ein sehr allmählicher. Der Umstand, daß die Umbildungszone gerade in den Bereich der Steinsalzunterlage zu liegen gekommen ist, beruht wahrscheinlich nur auf Zufall. Die Grenzen beider Teile fallen, wie aus der Figur ersichtlich, nur ungefähr zusammen.

Die Lagerstätte von Carlsfund als Beispiel für unvollständige Kainitisierung eines konglomeratischen Hauptsalzes in einer eigenartig gestalteten Hutzone.

Einfacher wie die Lagerstätte von Hohenzollern ist diejenige der Grube Carlsfund aufgebaut. Sie besteht in ihrer rein deszendenten Ausbildung lediglich aus einem mächtigen Hauptsalzkonglomeratlager, das transgredierend einem Fundament von Älterem Steinsalz aufruht und vom Salzton überdeckt wird. Die Grenzzone des Fundamentes besteht in 1—2 m Stärke aus meta-

morphem Steinsalz. Das Konglomeratlager ist, namentlich im unteren Teile, vielfach sehr grob struiert. Es enthält reichliche Mengen von Kieserit teils in brockenförmigen Einschlüssen, teils in feiner Verteilung innerhalb der Grundmasse.

Besonderes praktisches wie wissenschaftliches Interesse gewinnt diese Lagerstätte durch eine eigenartige Umbildung, die ihr Material in einer sehr ausgedehnten oberen Zone erfahren hat. Wie die Fig. 21 Taf. IX zeigt, sitzt diese zwar als Hutzone dem Ausgehenden der Lagerstätte auf, ihre Fußfläche ist jedoch derart schräg gegen den hangenden Salzton hin abwärts gezogen, daß die Umbildungszone stellenweise geradezu wie ein hangendes Lager dem Hauptsalzkonglomerat aufgelagert erscheint — ein Eindruck, der dadurch vermehrt wird, daß die Grenzfläche überall eine ausgesprochen scharfe ist. Indem überdies die Fußfläche der Hutzone im Grundriß diagonal durch den Körper des ursprünglichen Konglomeratlagers hindurchschneidet, besteht in dem Niveau der aufgefahrenen Strecken die Lagerstätte an dem einen Flügel ganz aus Hauptsalzkonglomerat, an dem anderen ganz aus umgebildetem Material, während im mittleren Teile das umgewandelte Material in der oben besprochenen Weise wie ein hangendes Lager über dem erhaltenen Rest des Konglomerates ausgebreitet liegt.

Das Material der Umbildungszone ist teils Hartsalz, teils Kainit.

Wo der Kainit fehlt, ist in der Hutzone nahezu die gleiche Struktur erhalten geblieben wie im Ausgangsmatrial, nur liegen die Einschlüsse des Konglomerates nicht in einer Grundmasse von Carnallit, sondern in einer solchen von Sylvin-Steinsalz mit fein eingesprengtem Kieserit, also in einer Grundmasse von Hartsalz. Die Borazitknollen, an denen das Hauptsalzkonglomerat reich ist, treten in gleicher Menge auch im Hartsalzkonglomerat der Hutzone auf, sind jedoch meist etwas stärker zersetzt.

Von dem Hartsalzkonglomerat nun ist ein beträchtlicher Teil kainitisiert. Die Kainitisierung ist eine sehr ungleichmäßige, doch sind in besonderem Maße namentlich die hangenden Partien unterhalb des Salztones und andererseits gerade auch die tieferen Lagen in der Nähe der Fußfläche betroffen worden. Der Kainit erscheint bald in kleinen, versprengten Nestern, bald in großen,

Digitized by Google

mit Steinsalz durchwachsenen Massen, wobei das Bild der ursprünglichen Struktur fast völlig verloren geht.

Zu deuten sind die Verhältnisse dahin, daß in einer oberen Umbildungszone des Konglomeratlagers durch posthume Laugenzirkulation teils eine bloße Entziehung des Chlormagnesiumgehaltes und damit die Bildung posthumen Hartsalzes, teils im Anschluß daran auch eine chemische Vereinigung von Chlorkalium und Magnesiumsulfat und damit die Bildung von Kainit stattgefunden hat. Da bei Umwandlung aus carnallitischem Material eine Hartsalzbildung theoretisch jeder Kainitbildung vorausgehen muß, darf man im vorliegenden Falle von einer unvollkommenen Kainitisierung des Hutes sprechen.

Die oben skizzierte Gestaltung der Fußfläche des Carlsfunder Hutes ist zwar etwas absonderlich, steht jedoch der Annahme posthumer Entstehung in keiner Weise entgegen. Die scharfe Kontur dieser Fläche ist eine auffällige, aber bei den meisten Hutzonen wiederkehrende Erscheinung.

Entgegen der dargelegten Auffassung könnte man zunächst vielleicht der Vermutung Raum geben, daß die Lagerstätte ursprünglich schon neben einem deszendenten Hauptsalzkonglomerat aus einem darüber liegenden, ebenfalls der Deszendenzzeit entstammenden Hartsalzlager bestanden habe, und daß daher nicht das Hartsalz, sondern nur der inmitten desselben auftretende Kainit posthumer Entstehung wäre. Unerklärlich bliebe es aber dann, weshalb die Kainitisierung sich gerade haarscharf auf den sylvinischen Teil des Lagers beschränkt, den carnallitischen Teil aber verschont haben sollte.

Die Lagerstätte von Wilhelmshall als Beispiel für eine mächtig entwickelte Ablagerung deszendenten, bankig geschichteten Hauptsalzes im Hangenden eines Hartsalzlagers.

Die Kalilagerstätte der Grube Wilhelmshall am Huy liegt am Nord- und Südflügel eines steil aufgestauten, ostwestlich streichenden Buntsandsteinsattels. Nach Westen schießt dieser Sattel im Bereich der Grubenbaue ein, so daß er am Westrande in den Sohlenstrecken vollständig umfahren ist.

Der sattelförmig aufgewölbten Kalilagerstätte sitzt eine Umwandlungszone als windschiefe Haube auf, derart, daß der untere Rand dieser Haube am Südflügel sehr viel tiefer herabreicht als am Nordflügel.

Digitized by Google

Die seither aufgefahrenen Abbausohlen liegen zufällig in solchem Niveau, daß diejenigen des Nordflügels größtenteils unterhalb der Hutzone, diejenigen des Südflügels aber sämtlich noch innerhalb derselben stehen. So kommt es, daß die Lagerstätte am Nordflügel einen etwas andern Charakter aufweist als am Südflügel.

Der Kern des Sattelgewölbes scheint beiderseits bis zur Mitte aus deszendentem Steinsalz zu bestehen. Die Unterlage dieser wenigstens auf etwa 100 m Mächtigkeit zu schätzenden, deszendenten Bildung wird erst in tieferen Sohlen querschlägig durchörtert werden.

Das deszendente Steinsalz ist ausgezeichnet durch seinen hohen Kieseritgehalt, der zwar im unmittelbaren Liegenden der Lagerstätte wie auch in einzelnen tieferen Zonen in Form schmaler dichter Bänkchen hervortritt, im allgemeinen aber in feinster Verteilung im Steinsalz enthalten ist. Das Letztere besteht der Hauptmasse nach aus feinspätigem bis zuckerkörnig-kristallinem, weißen Material, dem sich erst in der Nähe der Sattelmitte grobkristallines, graues Salz unterlagert. Da auch dieses Salz noch Kieserit in Lagen und feiner Verteilung aufweist, so ist es nicht recht angängig, dasselbe schon für Älteres Steinsalz anzusprechen.

Die unmittelbar vom Salzton überdeckte Kalilagerstätte besteht aus einem liegenden, dem deszendenten Steinsalz aufruhenden Hartsalzlager und einem hangenden Hauptsalzlager. Das Hartsalzlager zeigt am Nordflügel, wo es, wie oben erläutert, in seiner ursprünglichen deszendenten Entwicklung durchfahren ist, im Aufbau und in der Zusammensetzung die gleiche Beschaffenheit wie die entsprechenden Vorkommen des Staßfurt-Egelener Sattels oder wie das im Vorstehenden beschriebene Hartsalz von Hohenzollern. Hoher Kieseritgehalt, scharfe Differenzierung desselben und dünngliedrige, gut markierte Schichtung sind die gemeinsamen Merkmale dieser Vorkommen.

Aus dem 6—8 m mächtigen Hartsalzlager entwickelt sich, zunächst mit einer chlorkaliärmeren und verschwommen strukturierten Zone beginnend, das bankig geschichtete Hauptsalzlager, das in seiner Gesamterscheinung dem Kalimutterlager des Staßfurter Bezirks täuschend ähnlich sieht. Seine Mächtigkeit beträgt 10—20 m,

Digitized by Google

stellenweise bis 40 m. Sein Chlorkaligehalt liegt mit 16 pCt. etwas höher als derjenige des Mutterlagers.

Zuzugeben ist, daß es an sich etwas Widerstrebendes haben mag, ein Hauptsalzlager von solcher Entwicklung nur seiner Stellung im Schichtenprofil zufolge für eine deszendente Bildung zu erklären. Zunächst läge es vielleicht näher, das Hauptsalzlager von Wilhelmshall für einen Teil des Mutterlagers selbst anzusehen und dann in diesem Falle auch die Hartsalze, die ihrer Erscheinungsweise und Lagerung nach residuale Umbildungen jedenfalls nicht sein können, als eine abweichende Fazies des eigentlichen Mutterlagers hinzunehmen.

Wenn man jedoch die beckenförmig eingesenkten Hartsalzvorkommen des Staßfurt-Egelner Sattels als deszendente Bildungen gelten lassen muß, und wenn man sich vergegenwärtigt, daß eine Lagerstätte, wie beispielsweise die von Hohenzollern, nur als Produkt deszendenter Umlagerung gedacht werden kann, so wird man logischerweise auch dem ganz gleichartig entwickelten und von gleichem Steinsalzmaterial unterlagerten Hartsalzvorkommen von Wilhelmshall denselben Rang anweisen müssen. Ist dieses Hartsalzlager mitsamt seiner Steinsalzunterlage aber deszendenter Entstehung, so kann das im Hangenden desselben liegende Hauptsalzlager selbstverständlich keine andere Stellung mehr einnehmen.

In den Sohlenstrecken des Südflügels zeigt die Lagerstätte für beide Glieder ein abweichendes Bild. Die klare Bankung des Nordflügels hat einer verschwommenen, typisch posthumen Struktur Platz gemacht. In dem vorwiegend aufgeschlossenen Hartsalzlager sind die einzelnen Mineralelemente vielfach zu großen, nesterförmigen Massen zusammengetreten, welche die charakteristischen Leitformen posthumer Umbildungszonen, den milchigen Kristallsylvin, das dunkel gefärbte, zuweilen blaue Kristallsteinsalz, den glasigen, stengelig struierten Langbeinit und stellenweise Kainit enthalten. Der Chlorkaliumgehalt, der im Hartsalzlager des Nordflügels etwa 16 pCt. beträgt, ist auf 22—23 pCt. angereichert worden. Die Rotfärbung des Nordflügellagers hat einem grauweißen Farbenton Platz gemacht.

Digitized by Google

Das seither nur in geringem Umfange angegriffene Hauptsalzlager des Südflügels führt neben reichlichem Kainit eine besondere Spielart posthumen Carnallits, der sich durch milchige, opalisierende Färbung auszeichnet und damit täuschend das Aussehen von Porzellanglas erhält. Die gleiche Carnallitvarietät, die als typisch posthume Form gelten kann, spielte in der Hutzone des Kalibergwerks Asse eine große Rolle.

Der Chlorkaligehalt des Südflügellagers ist auf rund 20 pCt. gesteigert worden gegenüber 16 pCt. im Hauptsalzlager des Nordflügels.

Die besprochenen Beispiele mögen als Vorbilder für eine Orientierung im Schichtenprofil der Lagerstättengruppe dieses Abschnittes genügen.

Digitized by Google

13. Die Jüngere Deszendenz.

Übersicht. — Die Sylvinitlager. — Die Herkunft der Jüngeren Deszendenz und ihre Auflagerungsgrenze. — Die Entwicklung der Jüngeren Deszendenz in dem nur durch Bohrungen untersuchten Teile Nordhannovers. — Hartsalze und Hauptsalzkonglomerate der Älteren Deszendenz unter den Sylviniten der Jüngeren Deszendenz. — Posthume Umbildungen in den jüngeren und älteren Deszendenzablagerungen der Grube Hercynia.

Überblick.

In einem vorhergehenden Abschnitt (S. 69) war die Ansicht entwickelt worden, daß das Schichtenglied des Hauptanhydrits die Unterstufe einer neuen Muttersalzbildung repräsentiere, und daß — im Staßfurter Profil wenigstens — das auflagernde Jüngere Steinsalz zum größeren Teile aus der Fortentwicklung dieses Neubildungsprozesses hervorgegangen sei. Die Frage, ob diese Fortentwicklung seinerzeit einmal bis zum Niederschlag eines Jüngeren Kalimutterlagers durchgeführt worden ist, war offen gelassen worden.

Ein Kalilager von solcher Beschaffenheit, daß es für eine Mutterbildung gelten könnte, ist im Horizonte des Jüngeren Salzes in den seither erschlossenen Gebieten jedenfalls nicht mehr vorhanden. Wohl aber finden sich in einer Zone, die, an der nordwestlichen Harzecke beginnend, in das nördliche Hannover hineinstreicht, innerhalb des Bereiches der Jüngeren Salzfolge Kalilager, die ihrem Auftreten und ihrer Stellung nach zweifellos deszendenter Herkunft sein müssen. Bergbaulich erschlossen sind diese Lagerstätten bis jetzt anscheinend nur in fünf Gruben. Es sind das: Herzynia am Harlyberg, Salzdetfurt und Hildesia am Hildesheimer Wald, Ronnenberg und Wunstorf in der Gegend von Hannover.

Die Sylvinitlager.

Die oberhalb des Hauptanhydrits auftretenden Kalilager bestehen hier ihrer ursprünglichen Entwicklung nach aus sylvini-

Digitized by Google

tischem Material. Erst durch posthume Umbildung ist, wie später näher zu begründen sein wird, ein Teil der Sylvinitlager in Carnallitit verwandelt worden. Der Sylvinit dieser Lager bildet ein inniges, feinspätiges Gemenge der beiden Elemente Sylvin und Steinsalz, das in seinem äußeren Habitus dem umgebenden Steinsalz täuschend ähnlich sieht. Nur an der leicht opalisierenden Trübung, die den Sylvinelementen eigen ist, vermag ein geübtes Auge die beiden Salzarten von einander zu unterscheiden.

Die Färbung der Sylvinitlager ist ebenso wie die des angrenzenden Steinsalzes bald eine rein weiße, bald eine rötliche bis rotbraune. Durch leichte Farbenunterschiede der einzelnen Lagen und oft durch feine, dunkel gefärbte Streifung kommt eine klare Schichtung der Lagermasse fast überall zum Ausdruck. Durch Zurücktreten oder Vorherrschen der Sylvinelemente entsteht ein Wechsel von ärmeren und reicheren Lagen, der zuweilen durch sylvinfreie, vertaubte Steinsalzbänke unterbrochen wird. Im Durchschnitt schwankt der Gehalt an Chlorkalium zwischen 20 und 40 pCt.

In den Lagerstätten der in Betracht gezogenen fünf Grubenbaue ist nur je ein Kalilager dieser Art vertreten, das unweit über dem Hauptanhydrit gelegen und unvermittelt dem Steinsalz eingelagert ist. Die Mächtigkeit des Sylvinitlagers beträgt in Herzynia etwa 40 m (einschließlich des carnallitischen Teiles), in Wunstorf dagegen beispielsweise nur 3 m.

Die Herkunft der Jüngeren Deszendenz und ihre Auflagerungsgrenze.

Die deszendente Natur der geschilderten Lagerstätten steht nach der Art ihrer Einlagerung und nach ihrer chemischen Zusammensetzung außer Zweifel. Da ihr Material ein rein sylvinitisches ist, muß es ein extremes Produkt vielfacher Umlagerungen darstellen, denn die Tendenz aller Deszendenzbildungen ist, wie früher näher ausgeführt wurde, auf eine immer weiter gehende Ausscheidung sowohl des Kieserit- wie des Chlormagnesiumgehaltes aus dem carnallitischen Muttersalz gerichtet.

Theoretisch könnten die Sylvinitlager ebenso wohl als Abkömmlinge eines vorhanden gewesenen Jüngeren Kalimutterlagers wie auch als entferntere Abkömmlinge des Älteren Mutterlagers gedacht werden.

Digitized by Google

Im ersteren Falle wäre vorauszusetzen, daß nicht nur das hypothetische Jüngere Mutterlager, sondern auch alle deszendenten Zwischenstufen im Bereiche des bergbaulich erschlossenen Gebietes wieder verschwunden wären; im letzteren Falle würden in den früher geschilderten Ablagerungen der Älteren Deszendenzperiode eben jene Zwischenstufen zu suchen sein. Eine Entscheidung dieser Frage ist bei dem Stande der gegebenen Aufschlüsse nicht möglich.

Sind die Sylvinitlager im Bereiche des Jüngeren Salzhorizontes Deszendenzbildungen, und stellen andererseits Hauptanhydrit und Jüngeres Steinsalz — als Absätze einer neuen Meeresüberflutung — eine Muttersalzfolge dar, so muß unterhalb der Sylvinitlager ein Erosionsschnitt zu suchen sein, bis zu dem das Material der Jüngeren Salzfolge abgetragen worden ist, um durch das der Jüngeren Deszendenz ersetzt zu werden.

Da die Urterstufe der Jüngeren Salzfolge — der Hauptanhydrit — wenigstens in Resten überall erhalten ist, so muß im Verbreitungsgebist der Sylvinitlager der gedachte Erosionsschnitt entweder unmittelbar an der Obergrenze des Hauptanhydrits oder inmitten des zwischen Hauptanhydrit und Sylvinitlager eingeschobenen Steinsalzes gesucht werden. Mindestens ein Teil dieses letzteren und das gesamte Steinsalz über dem Sylvinitlager werden daher ebenfalls deszendenter Herkunft sein.

Leider wird durch die Lagerungsverhältnisse der in Betracht kommenden Gruben ein Studium solcher Einzelheiten außerordentlich erschwert. Die bergbaulich aufgeschlossenen Sylvinitlagerstätten liegen, ebenso wie die im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Gruben, sämtlich in einem Gebiete, das in besonderem Maße tektonisch beansprucht worden ist. Zumal das auf Taf. X im Profil dargestellte Lager der Grube Ronnenberg bietet ein klassisches Beispiel für die großartigen Faltungserscheinungen, die innerhalb der Salzmassen unter den steilstehenden Aufbruchsschollen der permisch-mesozoischen Decke möglich sind. Durch das Zerfallen von Hauptanhydrit und Salzton als der spröden Gebirgsglieder, durch die Stauchung einzelner Salzhorizonte und die Zerrung anderer, die bis zu deren völliger Unterdrückung gehen

Digitized by Google

kann, wird das Lagerstättenbild leicht bis zur Unkenntlichkeit entstellt.

Es ist einleuchtend, daß es unter Verhältnissen, die kaum eine Rekonstruktion des Hauptanhydrithorizontes gestatten, zur Unmöglichkeit wird, Einzelbeobachtungen über etwa vorhanden gewesene Erosionsschnitte anzustellen.

Ebenso unregelmäßig ist das Lager der Grube Siegmundshall gestaltet und kaum übersichtlicher die reichen Lager des Hildesheimer Waldes.

Am klarsten liegen die Lagerungsverhältnisse im Königlichen Kaliwerk Herzynia. Hier ist in denjenigen Querschnitten, die ein vollentwickeltes Profil zeigen, das Sylvinitlager vom Hauptanhydrit durch ein 30—40 m mächtiges Steinsalzmittel getrennt. Dieses Mittel ruht nun jedoch dem Hauptanhydrit nicht unmittelbar auf. An der Obergrenze des letzteren findet sich vielmehr ein eigenartiger, oft mehrere Zentimeter starker Besteg von dunklen Letten, über dem noch eine etwa fußstarke Anhydritlage von völlig abweichender Struktur folgt. Sie besteht aus fein-kristallinem bis dichtem Anhydritmaterial mit Einsprenglingen von Steinsalzkristallen. Aus ihr erst entwickelt sich das Steinsalzmittel und weiterhin das Sylvinitlager.

Es liegt überaus nahe, in jener tonigen Einlagerung die gesuchte Abtrennungsfläche zu sehen und den über derselben abgelagerten, abweichend struierten Anhydrit für einen ersten Niederschlag der Jüngeren Deszendenzlaugen zu deuten.

Eine sehr bemerkenswerte Erfahrung ist es nun, daß ein Anhydrit von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie der hier skizzierte auch weit außerhalb des Verbreitungsgebietes der Sylvinitlager im Bereiche der Jüngeren Salzfolge erscheint. Man wird sich jenes »pegmatitähnlichen« Anhydrits erinnern, der bei einer früheren Gelegenheit (vergl. S. 67) als eine dem Jüngeren Steinsalz eingeschaltete, mit großer Gleichmäßigkeit verbreitete Einlagerung geschildert worden ist. Auch dieser Anhydrit wird von einer Tonschicht begleitet, die als ein Fremdkörper das Gefüge der Jüngeren Salzfolge unterbricht.

Digitized by Google

Nachgewiesen sind die beiden letzteren Einlagerungen in dem größeren östlichen Teile der gesamten Verbreitungsfläche der Zechsteinsalze.

Die oft 20 m starke Tonlage ist freilich an Mächtigkeit dem schmalen, dunklen Tonbesteg von Herzynia weit überlegen, ihre Färbung ist zudem eine rote, ihr Horizont meist etwa 100 m oberhalb des Hauptanhydrits gelegen; doch repräsentiert ja auch sie nichts anderes als eine Periode vorübergehenden Trockenliegens des Niederschlagbeckens, der eine Periode der Abtragung der vorher entstandenen Jüngeren Muttersalzbildungen vorausgegangen sein wird, während, wie das auflagernde Steinsalz und die Anhydritunterlage desselben zeigen, eine Periode neuer Salzbildung gefolgt ist.

Hiernach ist es vielleicht nicht zu kühn, den pegmatitartigen Anhydrit im Staßfurter Profil zu identifizieren mit dem ähnlich struierten Anhydrit von Herzynia, auch die begleitenden Tone trotz ihrer äußeren Verschiedenheit als Faziesbildungen einander gleichzustellen, und nun an der Untergrenze dieser Ablagerungen eine gemeinsame Abtragungsfläche zu konstruieren, die, von Osten nach Westen einschneidend, die Ablagerungen der Jüngeren Muttersalzfolge von denen der Jüngeren Deszendenz trennt.

Dieser vorerst freilich hypothetische Erosionsschnitt läge dann im östlichen Teile des Verbreitungsgebietes rund 100 m über dem Anhydrit, während er am Harlyberge bis auf dieses Schichtenglied hinabgreift und weiter im Westen vielleicht auch Teile dieses letzteren mit fortgeschält hat. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß neben der Gebirgsfaltung zugleich dieser Umstand dazu beigetragen hat, den Horizont des Hauptanhydrits nach Westen hin mehr und mehr in den Hintergrund treten zu lassen.

Die Entwicklung der Jüngeren Deszendenz in dem nur durch Bohrungen untersuchten Teile Nordhannovers.

Wie für manchen Grubenbezirk, in dem das Profil der Jüngeren Salzfolge nur ungenügend erschlossen ist, ist namentlich für den nördlichen, bis jetzt nur durch Bohrungen untersuchten Teil der Provinz Hannover die Erwartung auf eine weitere Verbreitung der Jüngeren Deszendenzlager wohl gerechtfertigt. Die Bohrergebnisse sind bei der tektonischen Gestaltung dieses Gebietes zu

Digitized by Google

unsichere, um Horizontbestimmungen und weitergehende Schlüsse zuzulassen. Übersieht man ein Profil, wie das der Lagerstätte von Ronnenberg, so wird man es verständlich finden, daß kaum in einer einzigen Bohrung des mittleren und nördlichen Hannovers eine Schichtenfolge erbohrt worden ist, in der die Leitstufen des Salztones und Hauptanhydrits klar und an entsprechender Stelle in die Erscheinung träten, während es andererseits keinen Bergbau auf Kalisalze gibt, in dem das Vorhandensein beider Schichtenglieder nicht nachzuweisen wäre. Zufällig zeigt schon die Ronnenberg benachbarte Grube Deutschland den Hauptanhydrit in vollerer Entfaltung als diese. (Vergl. Fig. 19 auf Taf. X.) Auch auf der am weitesten nordwestlich gelegenen Grube Siegmundshall sind zerschlagene Bruchschollen dieses Horizontes durchfahren worden. Die Fig. 13 der Taf. VI ist von hier entnommen.

Unzuverlässiger noch wie in Bezug auf den Hauptanhydrit sind die hannöverschen Bohrungen in Bezug auf die Zahl und Entfaltung der Kalilager. Das Profil von Ronnenberg bietet ein lehrreiches Beispiel auch dafür, wie infolge der überraschenden Knickungen und Faltungen der Salzmassen im Bohrergebnis eine Vielheit von Kalilagern vorgetäuscht werden kann, die in Wirklichkeit nicht besteht.

Unter solchen Umständen wird man aus der Tatsache, daß die in Betracht gezogenen fünf Gruben nur je einen Kalihorizont in der Jüngeren Deszendenz aufweisen, vermuten dürfen, daß auch in dem noch unerschlossenen Verbreitungsgebiete des hannöverschen Typus die Kalisalze oberhalb des Hauptanhydrits im wesentlichen nur in einem oder doch in wenigen nahe bei einander liegenden Horizonten ausgebreitet sind, so wechselvoll und vielstufig das Profil hannöverscher Bohrungen auch immer erscheinen mag. Wie der Horizont der Älteren Deszendenz dicht unterhalb, so ist der der Jüngeren Deszendenz dicht oberhalb des Hauptanhydrits zu suchen.

Digitized by Google

Außer auf der Grube Siegmundshall sind im Bereiche der in Betracht gezogenen Gruben im hannöverschen Zechsteinprofil neben den Lagerstätten der Jüngeren Deszendenz die der Älteren Deszendenz überall vertreten. In Ronnenberg ist als Repräsentant der letzteren ein Hartsalzlager durch Horizontalbohrung nachgewiesen worden, das in dem durch Konstruktion vervollständigten Profilbilde Fig. 20, Taf. X eingezeichnet ist.

Hartsalze und Hauptsalzkonglomerate der Älteren Deszendenz unter den Sylviniten der Jüngeren Deszendenz.

Offenbar das gleiche Hartsalzlager ist in der ebenfalls auf Taf. X dargestellten Nachbargrube Deutschland erschlossen, während hier das jenseits des Hauptanhydrits wohl zu erwartende Kalilager der Jüngeren Deszendenz gegenwärtig noch unbekannt ist.

In Salzdetfurt wie in Herzynia finden sich im Horizonte der Älteren Deszendenz mächtige Ablagerungen teils konglomeratischen, teils bankig geschichteten Hauptsalzes. Daß auch das letztere deszendenter Herkunft ist, geht daraus hervor, daß es im Hangenden konglomeratisch struierter Lagerteile erscheint.

Das reich gegliederte Profil der steil aufgestanten Lagerstätte von Herzynia zeigt in der Gegend des Neuen Schachtes volle ursprüngliche Entwicklung. Über dem Hauptanhydrit folgt die Jüngere Deszendenz, die das schon beschriebene Sylvinitlager einschließt. Unter dem Hauptanhydrit und dem Salzton lagert die Ältere Deszendenz, vertreten durch zwei, je 40 m mächtige Hauptsalzlager, die durch ein ebenfalls etwa 40 m mächtiges, deszendentes Steinsalzmittel getrennt sind. Das untere Hauptsalzlager ist konglomeratisch, das obere bankig geschichtet. Die Unterlage des liegenden Konglomeratlagers ist nicht durchörtert. Da die Auflagerungsfläche dieses im Streichen nicht sehr ausgedehnten Lagerteiles eine schüsselförmige Gestalt zeigt, läge es nahe, in ihm die Ausfüllungsmasse eines deszendenten Erosionsbeckens zu sehen.

Sehr interessant und besonders vielseitig sind die posthumen Umbildungen, die die Lagerstätte von Herzynia erlitten hat. Sie sollen im folgenden eine neue Beleuchtung erfahren. Deutlich lassen sich hier zwei Stadien posthumer Beeinflussung unterscheiden. Im ersten Stadium sind chlormagnesiumreiche Laugen auf Spalten

Posthume Umbildungen in den Jüngeren und Älteren Deszendenzablagerungen der Grube Herzynia.

Digitized by Google

bis zu großen Tiefen in die aufgerichtete Lagerstätte eingedrungen und haben hier ihre Spuren hinterlassen; im letzten Stadium hat in einer nur in geringe Tiefe hinabreichenden Hutzone, am Ausgehenden der Lagerstätte, die gewöhnliche Auslaugung von Chlormagnesium und die damit im Zusammenhang stehende Umbildung stattgefunden.

Die Wirksamkeit der Chlormagnesiumlaugen des ersten posthumen Stadiums zeigt sich innerhalb der Hauptsalzlager der Älteren Deszendenz in einem reichlichen Absatz reinen Chlormagnesiums in der Form von Bischofit. Dieses ausschließlich posthume Mineral ist noch auf den tiefsten Abbausohlen und zwar stellenweise in außerordentlicher Anhäufung anzutreffen. Es findet sich gerade im Körper der Hauptsalzlager, wo sein Absatz leicht verständlich ist, da die vorwiegend nur an Chlormagnesium gesättigte Lauge in einem bereits carnallitischen Material kaum mehr umbildend wirken, sondern lediglich ihren Salzgehalt niederschlagen konnte. Große, linsenförmige, zu Schnüren angeordnete Einlagerungen posthumen Carnallits deuten wohl die Adern des längst verheilten Spaltennetzes an, auf dem die Laugen zu den Hauptsalzlagern Zutritt fanden.

Anders lagen die Verhältnisse aber im Sylvinitlager, in das die nämlichen Laugen eingedrungen sind. Hier mußte der Chlormagnesiumgehalt der posthumen Laugen mit den Sylvinelementen des Lagers unter Carnallitbildung zusammentreten. Das Sylvin-Steinsalzgemenge des Sylvinitlagers mußte zu einem Carnallit-Steinsalzgemenge, — zu einem Carnallitit werden.

In der Tat hat diese posthume Umsetzung in weitgehendem Maße und bis in die größten bis jetzt erreichten Tiefen hinunter stattgefunden. Meist ist der liegende Teil des Sylvinitlagers, zuweilen aber auch ein hangender Teil zu einem Carnallititlager geworden. Vielfach finden sich in dem umgebildeten Lagerteil erhalten gebliebene Reste des Sylvinitmaterials, bald in Form unbestimmter, nesterförmiger Einschlüsse, bald als Fetzen und Schollen verstreut liegender Bänke. Ebenso sind carnallitische Einschlüsse in dem vorwiegend als Sylvinit erhalten gebliebenen, hangenden Teil des Lagers anzutreffen. Die Menge des einen Materials

Digitized by Google

nimmt, wie bei dieser Bildungsweise gar nicht anders zu erwarten steht, allenthalben auf Kosten des anderen zu, beziehungsweise ab. Im allgemeinen stellt sich das Verhältnis wie 1 : 1, doch soll auf den untersten, etwa 600 m tiefen Sohlen eine Verschiebung zugunsten des Sylvinits bereits bemerkbar werden.

Die an sich dreigliedrige Lagerstätte von Herzynia tritt nun, nachdem das Sylvinitlager in einen liegenden, carnallitischen und in einen hangenden, sylvinitischen Teil zerlegt worden ist, als eine viergliedrige in die Hutzone ein, um hier der posthumen Umbildung des zweiten, späteren Stadiums zu unterliegen. Jedes der vier Glieder zeigt dieser Umbildung gegenüber ein verschiedenes Verhalten. In Fig. 22, Taf. X, ist die Hutzone im Profil dargestellt.

Die beiden älteren Hauptsalzlager tragen Kainithüte. In dem einen ist eine verschwommen konglomeratische, in dem anderen eine verschwommen bankige Struktur, entsprechend der verschiedenen Beschaffenheit des Ausgangsmaterials, noch erkennbar.

Der im ersten Stadium der Umbildung in Carnallitit verwandelte Teil des Sylvinitlagers ist in der Hutzone seines Chlormagnesiumgehaltes wieder beraubt worden. Das Residuum ist damit zwar chemisch wieder zu einem Sylvinit geworden, unterscheidet sich aber durch seine metamorphe Struktur sehr charakteristisch von dem ursprünglichen deszendenten Sylvinit. Der Unterschied tritt in der Hutzone selbst sehr scharf in Erscheinung, da der im ersten Stadium der posthumen Umbildung erhalten gebliebene Teil des Sylvinitlagers infolge seiner Freiheit von Chlormagnesium auch im zweiten Stadium eine Umbildung nicht mehr erfahren hat. Er liegt daher in unveränderter Beschaffenheit dem residualen Sylvinithut des zuvor carnallitisiert gewesenen Lagerteiles unmittelbar auf.

Die Zeitperiode des ersten Stadiums der posthumen Umbildung schloß sich der erfolgten Aufrichtung des Gebirges jedenfalls unmittelbar an. In den noch nicht verheilten Spalten fanden die Wasser, nachdem sie sich in den Bruchschollen der damaligen Tagesoberfläche mit Chlormagnesium beladen hatten, den Weg zur Tiefe.

Digitized by Google

Die Zeitperiode des zweiten Stadiums der Umbildung ist eine spätere und länger dauernde gewesen. Hier wird wie bei allen anderen Hutzonen die Fußgrenze der Umwandlungszone mit der fortschreitenden Abtragung der Tagesoberfläche allmählich weiter und weiter in die Tiefe vorgerückt sein.

Rückblick.

An der Hand der vorstehenden Schilderungen ist der Leser aus dem Staßfurter Bezirk in den Südharzbezirk und das Eichsfeld, von hier in die südlich gelegenen Gebiete der Werra- und Fuldagegend, dann durch einige der vielseitigsten Lagerstätten des nördlichen Harzvorlandes und endlich in das mittlere und nördliche Hannover hineingeleitet worden. Überall zeigte sich ein Ineinanderfließen der Erscheinungen, eine entwicklungsgeschichtlich begründete Wandlung im Charakter der permischen Salzablagerungen.

Staßfurter Typus, Südharz-Typus, Werra-Typus, Hannöverscher Typus bilden Glieder einer und derselben Kette. Würden die Unterbrechungen fehlen, welche durch die Aufwölbung der großen mitteldeutschen Gebirge sowie anderseits durch die tiefen, in ihrer Salzführung noch unerschlossenen Einsenkungen nachträglich in den Horizont der Zechsteinformation hineingetragen sind, so würden in jene Kette auch die jetzt noch unbekannten Verbindungsglieder sichtbar sich einfügen, die im vorstehenden ideell ergänzt werden mußten. Ist diese Ergänzung aber auch vorerst nur eine hypothetische, so ist sie doch eine so zwanglose und in den gegebenen Verhältnissen begründete, daß sie gewiß volle Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen darf.

Wollte man die Glieder jener wunderlich verschlungenen und vielfach verdeckt liegenden Kette auf einer nunterbrochenen geraden Linie ausstrecken, so würden sie wohl das ideale Bild etwa bieten, das auf Tafel XI zur Darstellung gebracht worden ist. Alle seither durch Bergbau bekannt gewordenen Typen des permischen Salz-

Digitized by Google

horizontes sind hier zu einem fortlaufenden Diagramm zusammengeschlossen, das von rechts nach links in allen Querschnitten die stetig wachsende Veränderung und Verjüngung zeigt, deren Entwicklung und Begründung das Ziel der vorliegenden Arbeit gebildet hat.

Digitized by Google

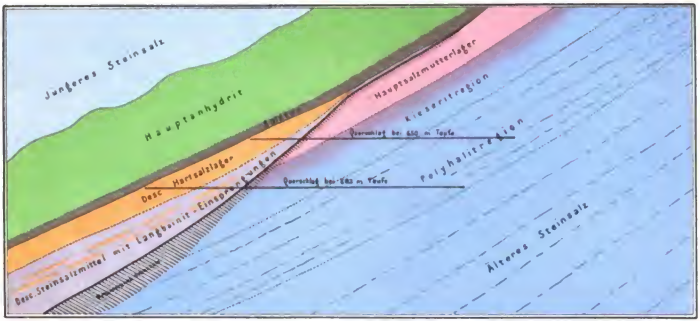


Fig. 8.
Beckenförmige Einlagerung eines descendenten Hartsalz- und Steinsalzlagers in das Kalimutterlager der Grube Neustaßfurt.
Maßstab 1 : 2250
(nach der Tiefe ideal ergänzt).

Fig. 9.
Die Auflagerungsgrenze von descendentem Hartsalz-Steinsalz auf dem Kalimutterlager des Kgl. Berlepschschachtes.
Maßstab 1 : 25.

Digitized by Google

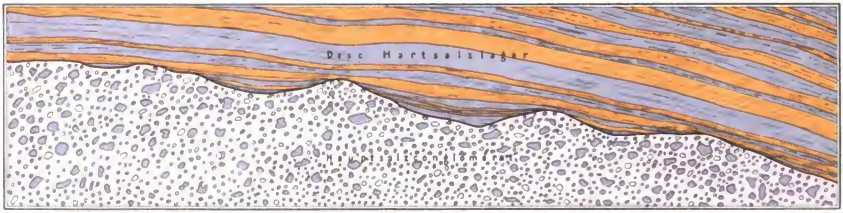


Fig. 10. Discordante Auflagerung von Hartsalz auf Hauptsalzconglomerat im südl. Felde der Grube Glückauf bei Sondershausen.

Maßstab 1:60

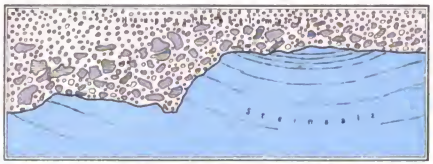


Fig. 11. Discordante Auflagerung eines Hauptsalzconglomerates auf das durch vorhergegangene Erosion abgetragene Ältere Steinsalz der Grube Solvayhall bei Bernburg.

Maßstab 1:60

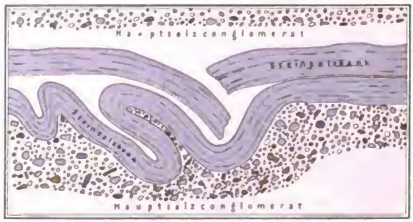


Fig. 12. Faltung und Aufblätterung einer dem Hauptsalzconglomerat der Grube Solvayhall eingelagerten Steinsalzbank.

Maßstab 1:60

Digitized by Google

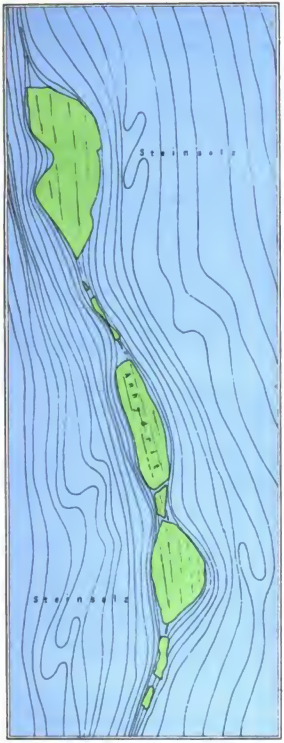


Fig. 13. Beispiel für das verschiedene Verhalten von Anhydrit und Steinsalz gegenüber der Gebirgsfaltung. — Zertrümmerung einer spröden Anhydritbank, Stauchung und Dehnung des umgebenden plastischen Steinsalzes. Grube Siegmundshall bei Wunstorf.

Fig. 14. Beispiel für das verschiedene Verhalten von Anhydrit und Steinsalz gegenüber der Gebirgsfaltung. — Eine Schnittlinie verursacht im spröden Anhydrit: Verwerfung, im plastischen Steinsalz: Schleppung. Grube Beienrode.

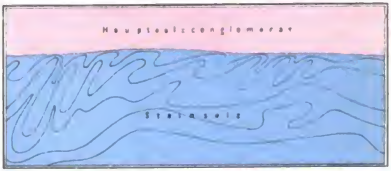


Fig. 15. Faltung von Steinsalzbänken an der Grenze gegen ein auflagerndes massiges Hauptsalzconglomerat.

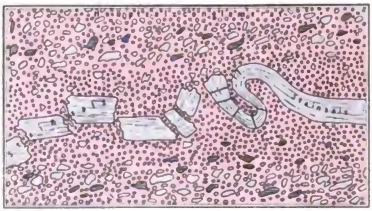


Fig. 16. Faltung und teilweise Zertrümmerung einer dem Hauptsalzconglomerat der Grube Solvayhall eingelagerten Steinsalzbank.

Maßstab 1 : 40 für Fig. 13—16.

Digitized by Google

Gren. — Untersuchung der Mutterlauge der Salzsoole aus dem Kgl. Siedehause zu Halle, die nach einem wöchentlichen Sieden übrig bleibt. (Gilberts Ann. d. Phys. 2, 1799, S. 486—488.)

Von 1800—1824.

Hendel. — Beschreibung und Geschichte des Hallischen Salzwerkes und dessen jetzigen Betriebes. Halle 1801.

Tromsdorf. — Chemische Untersuchung einer mineralischen Quelle bei Artern. (Tromsdorf, Journ. d. Pharm. 13, 1805, S. 322—358.)

Freiesleben. — Geognostische Arbeiten. Th. 1—4. Geognostischer Beitrag zur Kenntnis des Kupferschiefergebirges mit besonderer Hinsicht auf einen Theil der Grafschaft Mansfeld und Thüringens. M. 2 Kupfern und 1 Karte. Freyberg 1807—1815.

Hausmann, J. F. L. — Geognostische Skizze von Süd-Niedersachsen. (Hausmann, Nordteutsche Beiträge, Stück II. Braunschweig 1807, S. 53—120.)

Münzing. — Beschreibung der Kgl. Sächs. Saline Dürrenberg. Freiberg 1808.

Hausmann. [Steinsalz und Anhydrit von Thiede.] (Leonh. Taschenb. 5, 1811, S. 211. Entnommen aus Hausmann, Nordt. Beitr. IV 1810, S. 88.)

— Der Thieder Hügel (bei Braunschweig). Ein Beitrag zur Kenntnis der bunten Sandstein- und älteren Flötzgyps-Formation. (Leonh. Taschenb. 5, 1811, S. 257—263. Aus den Ann. d. Wetterau. Ges. f. d. ges. Nat. 2, 1811, S. 1—8.)

Tromsdorf. — Analyse einer Heilquelle, reich an Stein- und Glaubersalz, bei Rudolstadt. Abgedruckt in Hoff und Jacobs, Thüringer Wald, II, 1812, S. 86.

Kleinschrod, K. Th. — Skizze der deutschen Literatur über die Halurgie. München 1816.

Veltheim, F. W. v. — Mineralogische Beschreibung der Gegend von Halle. Halle a/S. 1820. (Abgedruckt in Leonh. Taschenb. 16, 1822, S. 339—392.)

— Übersicht von dem Umfange des Distrikts des Niedersächsisch-thüringischen Oberbergamtes und Bemerkungen über die wichtigsten Gegenstände seiner Verwaltung. (Karstens Arch., Reihe 1, Bd. 2, S. 1. 1820.)

Eisenach. — Das Sulzaer Tal. Naumburg 1821. (Geschichtliche Nachrichten von der Saline Sulza.)

Hoffmann, F. — Versuch einer Geologie des Regierungsbezirks Magdeburg. (Sächs. Prov.-Bl. f. Stadt u. Land, 1821, 22—52, 113—152.)

Digitized by Google

Keferstein, Ch. — Über Steinsalz und Salzquellen. (Arch. d. Apoth.-Ver. I, 1822 und 1827.)

— Geognostisch-geologische Untersuchungen über das Steinsalz, die Salzquellen und die Salzbildung im allgemeinen. (Keferstein, Teutschland II, H. 2, 1822, S. 131—236; II, H. 3, 1823, S. 275—511; Bd III, H. 2, 1825, 179—248.)

Hoffmann, Friedr. — Beiträge zur genaueren Kenntnis der geognostischen Verhältnisse Nord-Deutschlands. 1. Teil: Geognostische Beschreibung d. Herzogt. Magdeburg, Fürstent. Halberstadt und ihrer Nachbarländer. Berlin und Posen 1823.

Langsdorf, K. C. — Neue leichtfaßliche Anleitung zur Salzwerkskunde, mit besonderer Rücksicht auf halurgische Geognosie. Heidelberg und Leipzig 1824.

Oeynhausen, C. v. — Über die geognostische Ähnlichkeit des Steinsalz führenden Gebirges in Lothringen und im südlichen Deutschland, mit einigen Gegenden auf beiden Ufern der Weser. (Karstens Arch., R. I, Bd. 8, S. 52, 1824.)

Veltheim, F. W. v. — Einige wichtige Erscheinungen im Verhalten der Salzquellen von Schönebeck. (Schweigg. Journ. 40, S. 440—474. 1824.

Von 1825—1849.

Alberti, Friedrich von. — Die Gebirge des Königreichs Württemberg in besonderer Beziehung auf Halurgie. Stuttgart und Tübingen 1826. 328 S. 5 geogr. Karten. [S. 258 Bemerkungen von Carl Glenk über den Buntsandstein und Muschelkalk von Württemberg über Franken, das Werratal, Eisenach bis Jena. Die Salzquellen kommen aus dem Gyps unter dem Buntsandstein.]

Breithaupt und Freiesleben. — Über einige interessante Vorkommnisse von Pseudogaylussit im Alluvialthon bei Obersdorf. (»Isis«, Vers. D. Naturf. u. Aerzte, Dresden 1826, Bd. XX, S. 334—337.)

Veltheim, F. W. v. — Über die wichtigsten Erscheinungen der sog. Kalkschlotten bei Eisleben. (Schweiggers Jahrb. d. Chemie, N. R. 16, S. 264, 1826.)

Boué, A. — Synoptische Darstellung der die Erdrinde ausmachenden Formazionen, sowie der wichtigsten ihnen untergeordneten Massen. (Leonh. Taschenb. Bd. 21, 2, 1827, S. 1—128, 130—139.)

Freiesleben, J. C. — [Pseudogaylussit von Sangerhausen.] (»Isis«, Bd. 20, 1827, S. 335.)

Keferstein, Ch. — Versuch einer neuen Theorie der Quellen überhaupt und insbesondere der Salzquellen, als Schluß der geognostisch-geologischen Untersuchungen über Steinsalz, Salzquellen und Salz

Digitized by Google

bildung im allgemeinen. (Kefersteins Teutschland, Bd. 5. H. I, S. 1—138. Weimar 1827.)

Freiesleben, J. C. — Magazin für die Oryktographie von Sachsen. 15 Hefte mit 4 Extraheften. Freiberg 1828—1848. [Besonders Heft 10, 1839, handelt von den »salzigen Fossilien«.]

Hoff, K. E. A. von. — Auffindung des Steinsalzes bei Gotha. (Leonh. Taschenb. 22, 1828, II, S. 829—835, Taf. VIII.)

Klöden, K. F. — Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntnis der Mark Brandenburg, Berlin 1828—1837. [Behandelt auch Sperenberg.]

Poggendorff. — Über die Darstellung des Broms aus der Mutterlauge der Schönebecker Saline. (Pogg. Ann. 14, 1828, S. 613—614.)

Veltheim, F. W. von. — Geognostische Betrachtungen über die Bohrversuche, die auf der Saline Kötschau angestellt worden sind, zugleich mit einem Blick auf diejenigen, die im benachbarten Auslande unternommen worden sind. (Kefersteins Teutschland, Bd. VI, H. I, S. 104—122. 1828).

Bischof, F. — Das Salzwerk Dürrenberg bis zum Jahre 1826. Berlin 1829.

Hoffmann, Fr. — Über die allgemeinen geognostischen Verhältnisse des nordwestlichen Deutschlands. Eine geognostische Skizze. (Vorgelesen i. d. Vers. d. D. Naturf. u. Aerzte im Sept. 1828 zu Berlin. Karstens Arch., Reihe 2, Bd. 1, 1829, S. 115—154 nebst Profil [Tafel] durch den Harz.)

Dolffo, G. v. — Die Salzwerke am Teutoburger Waldgebirge »Gottesgabe und Pollenfelde«, geognostisch dargestellt. Berlin 1829.

Berghaus u. A. — Geognostische Karte von Aschersleben, Bernburg, Egeln, Schönebeck usw., gezeichnet von — 1830.

Bischof, E. J. A. — Geschichtlich-technologische Mitteilungen über das Salzwerk Dürrenberg in Sachsen von seiner Entstehung bis Ende 1826. (Karstens Arch., Reihe 1, Bd. 20, 1831, S. 3—199.)

Stucke, C. — Abhandlung von den Mineralquellen im allgemeinen und Versuch einer Zusammenstellung von 880 der bekannteren Mineralquellen und Salinen Deutschlands, der Schweiz und einiger angrenzender Länder. Köln 1831.

Wackenroder, H. — Chemische Analyse des Liebensteiner Mineralwassers nebst einigen andern auf diese Quelle sich beziehenden Untersuchungen. (Schweigger-Seidels N. Jb. d. Chem. u. Phys., V, Bd. II, S. 1—47. Halle 1832.)

Alberti, F. von. — Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers, und die Verbindung dieser Gebilde zu

Digitized by Google

einer Formation (Trias). Stuttgart und Tübingen 1834. [S. 59 ff. Mittlerer Muschelkalk und Salzlager darin].

Fabian. — Über das Verhalten der Soolquellen bei [Groß] Salze, nebst einer Darstellung von den neuerlich darauf vorgenommenen Schachtarbeiten, durch welche es gelungen ist, eine in ihrem Salzgehalt gesunkene Quelle wieder zu heben. (Karstens Archiv 8, 1835, S. 52—102.)

Veltheim, F. W. von. — Geognostische Beschreibung der zum Reg.-Bez. Merseburg gehörenden Landesteile, mit Rücksicht auf das unmittelbar angrenzende Ausland. (Karstens Arch. 9, 1836, S. 285—376.)

Koch-Sternfeld, J. E. v. — Die teutschen, insbesondere die bayerischen und österreichischen Salzwerke. München 1836.

Scharf, H. — Analyse der Dürrenberger Soole. (Erdmanns Journ. f. pr. Chemie, 10, S. 1 ff. 1837.)

Anonym. — Auffindung von Steinsalz in den preußischen Staaten [bei Artern]. (Pogg. Ann. 42, 1837, S. 583—584).

Bischof, F. — Beiträge zur Kenntnis des Salinenwesens, mit besonderer Rücksicht auf die Preußischen Salinen. Sangerhausen 1837.

Dechen, H. v. — Die Auffindung von Steinsalz bei der Saline zu Artern. (Karstens Arch. 11, 1838, S. 232—239).

Reinwarth. — Promemoria über die Aussichten einer Bohrung auf Steinsalz bei Staßfurt. (Manuskr. 1838.)

Dechen, H. v. — Die Bohrarbeit zu Artern in den Jahren 1831—1837. (Karstens Arch., Reihe 2, Bd. 12, 1839, S. 39—120.)

Wackenroder, H. — Über die Salzunger Soole. (Arch. d. Pharm., 17, 1839.)

Rammelsberg. — Chem. Zusammensetzung des Boracits sowie diejenige der Borsäure mit der Talkerde überhaupt. (Pogg. Ann. 49, 1840, S. 445.)

Rost, G. H. Aug. — Neue Quellen der Industrie für Erfurt. Thorn 1840. 13 S.

— Die Quellen der Industrie für Erfurt. Fünf Artikel über das Vorkommen von Steinsalz in Erfurt. »Mit der Erfurter Zeitung ausgegeben«, 1840. [Dies beides die ersten Anregungen zu dem Steinsalzbergwerk bei Erfurt.]

[Dechen, v.] — Temperatur-Beobachtungen, angestellt in Bohrlöchern auf Salinen des Preußischen Staats. (Pogg. Ann. 53, 1841, S. 408—411.)

Bischoff. — Der Sool-Schacht und die Soolquellen der Preuß. Saline Dürrenberg bei Merseburg. (Schrift. d. Petersb. Ges. f. d. ges. Min. Petersburg 1842, S. 169—192.)

[Karsten.] — Über die Aufsuchung des Steinsalzes in den niedersächsisch-thüringischen Provinzen. (Karst. Arch. 16, 1842, S. 541—574.)

Digitized by Google

Steinberg, C. — Zusammensetzung der Bade- und Trinksoole zu Schönebeck. (Erdmann, Journ. f. pr. Chemie 25, 1842, S. 388—391.)

Wackenroder, H. — Bestandteile des zu Salzungen im Herzogt. Meiningen und zu Stotternheim im Großherzogt. Weimar zum Salzsieden und Baden verwendeten erbohrten Soolwassers. (Arch. d. Pharm. 89, 1842, S. 267—271.)

Hoffmann, J. — Chemische Untersuchung der Quellsoole und der Salinenprodukte der Saline Sooden bei Allendorf. Diss. 1843.

Keferstein, Ch. — Über die Halloren als eine wahrscheinlich keltische Kolonie, den Ursprung des Hallischen Salzwerkes und dessen technische Sprache. Halle 1843.

Bernhardi. — Beiträge zu einer historisch-statistischen Skizze der Saline und des Soolbades zu Salzungen in Meiningen. 1845.

— Ueber die Ergebnisse zweier Bohrversuche auf Steinsalz bei Salzungen. (Ber. über d. 4. Vers. d. naturw. Ver. f. Thüringen im Mai 1845, S. 8.)

— Analysen von Soolquellen bei Salzungen. (Ber. über d. 4. Vers. d. naturw. Ver. f. Thüringen im Mai 1845, S. 9. Abgedruckt in N. Jahrb. f. Min. etc. 1846, S. 339—340.)

Heine, L. J. — Chemische Untersuchung der Soolen, Salze, Gradier- und Siede-Abfälle von sämtlichen Salinen der Preußischen Prov. Sachsen. (Karstens Arch. f. Min. 19, 1845, S. 3—366.)

Karsten, C. J. B. — Martinsit, ein im Steinsalz von Staßfurt aufgefundenes Salz. (Erdmann, Journ. f. pr. Chemie, 36, 1845, S. 127.)

Frapolli. — Lagerung der sekundären Flötze im Norden des Harzes, nebst einigen Betrachtungen über die Bildung der Erdrinde und den Ursprung der Gypse, Dolomite und Steinsalze. (Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. v. 30. Juli 1846. Ausführlicher in Pogg. Ann. 69, 1846, S. 481—505.)

— Einige Berichtigungen zum Vorstehenden. (Pogg. Ann. 70, 1847, S. 175—176.)

Karsten, C. J. B. — Lehrbuch der Salinenkunde. 1. Teil. Berlin 1846. 2. Teil. Berlin 1847.

Lohmeier, L. — Die Brom-, Eisen- und Jod-haltigen Soolquellen zu Elmen bei Groß Salze. Halle 1846, 188 S., 4 Taf.

Martins. — Über das Verhalten der bei den Kgl. Salinen in der Prov. Sachsen benutzten Soolquellen und über die Untersuchung der Temperatur in den in deren Nähe seit dem Jahre 1831 niedergebrachten tiefen Bohrlöchern. (Karstens Arch. 20, 1846 S. 257—327.)

Volger, G. H. O. — Über die geognostischen Verhältnisse von Lüneburg, Segeberg usw. Mit Taf. Braunschweig 1846.

Digitized by Google

Anhang.

Digitized by Google

Digitized by Google

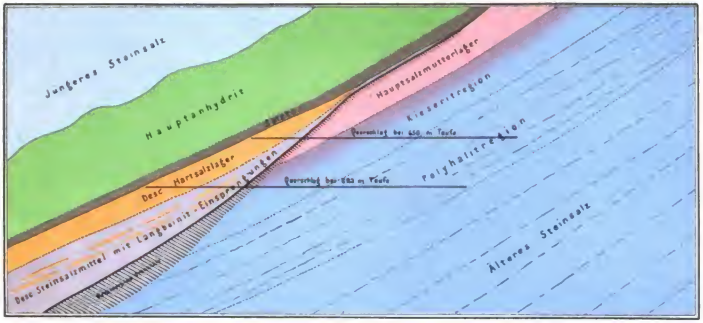


Fig. 8.
Beckenförmige Einlagerung eines descendenten Hartsalz- und Steinsalzlagers
in das Kalimutterlager der Grube Neustaßfurt.
Maßstab 1:2250
(nach der Tiefe ideal ergänzt).

Fig. 9.
Die Auflagerungsgrenze von descendentem Hartsalz-Steinsalz auf dem Kalimutterlager
des Kgl. Berlepschschachtes.
Maßstab 1:25.

Digitized by Google

Digitized by Google

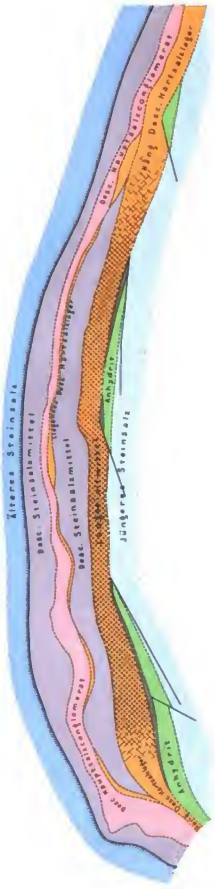


Fig. 18.
Die Lagerstätte der Grube Hohenzollern bei Freden im Grundriß der 620 m-Sohle.
Maßstab 1:1800. (Hangendes ideal ergänzt.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 5. Hauptsalzconglomerat mit aufgelagertem Hartsalz.
Grube Solway in Preußen.

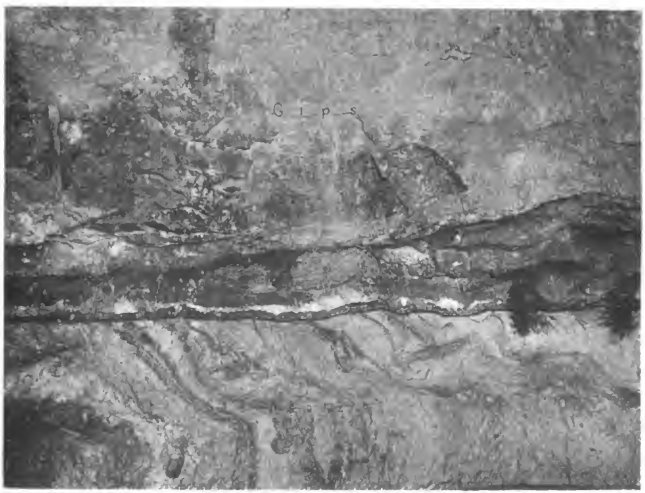


Fig. 4. Gipsresiduen über steil aufgestauchtem Steinsalz.
Grube Deutschland bei Weetzen.
Maßstab 1:25.

Digitized by Google

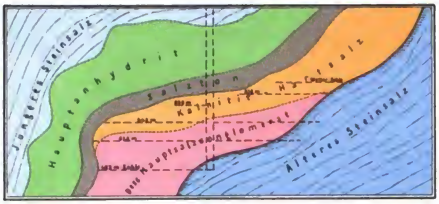


Fig. 21.
Hutzone der Lagerstätte des Kalibergwerks Carlsfund bei Groß-Rhüden.
Maßstab 1 : 1000.

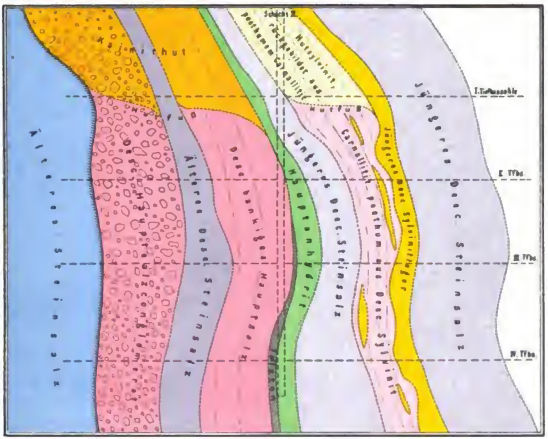
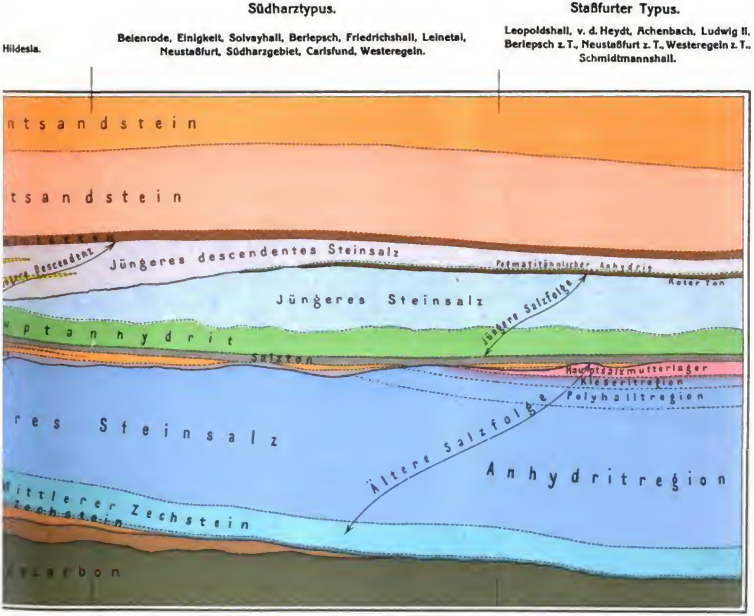


Fig. 22.
Hutzone der Lagerstätte des Kgl. Kalibergwerks Hercynia bei Vienenburg.
Maßstab 1 : 3000.

Digitized by Google



s durch Bergbau erschlossenen Teiles von Mitteldeutschland
ätigkeiten 1 : 10000
verding.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

Von **E. Zimmermann.**

Von 1600—1800.

Hess, I. T. — Haligraphia. Eisleben 1603. [Sooden a. d. Werra]

Thölden, Joh. — Haliographica, d. i.: Gründliche und eigentliche Beschreibung aller Saltz-Mineralien, darinn von des Saltzes erster Materia, Ursprung, Geschlecht, Unterscheid, Eigenschafft usw. usw. gehandelt wird. Eisleben 1603, 1612?

Brotoff, E. — Chronica von den Saltz-Bornen und Erbauung der Stadt Halle an der Saale in Sachsen gelegen, samt viel schönen seltzamen kurzen Historien und Geschichten von den Sachsen etc. Zum ersten mahl seit 1554 in öffentlichen Druck herfür gegeben durch J. C. Olearium. Hall i. Sachsen 1679. 4°.

Willen, M. — De salis origine, ejusque incremento, accremento et decremento, tractatus philosophicus. Das ist von des Saltzes und seiner Quellen Ursprunge, Fort-, Aus- und endlichem Untergange. Ingleichen gründlicher Bericht von der Wünschelrute. Jena 1686. 4°.

Hoffmann, Fr. — Kurtze, doch gründliche Beschreibung des Saltzwerks in Halle; dabei viele physikalische curieuse quaestiones von dem Saltze, Ursprung der Saltzquellen, Unterschied und Nutzen, auch Praeparation des Saltzes erläutert werden. Halle 1708.

Hoffmann, J. — Commentarius de Sale et Salinis Francobusanis. Stolberg 1715.

Gerhard, J. G. — Nachricht von dem zu Kösen an der Saale entdeckten mineralischen Gesundbrunnen. Nürnberg 1726. 8°.

Lerche, J. J. — Oryctographia Halensis. Inaug.-Diss. Halle 1730.

Brückmann. — Epistola itineraria XLV. Concreta salina et sulphurea Musei metallici autoris. (Cent. epist. itiner. Brückm.) 1735. [Erwähnung des Steinsalzes in der Salzsoole Schöningens, der Salzabsätze von Schönebeck, u. a.]

Gerhard, J. G. — Beschreibung des salis cataractici, so in denen Salzquellen zu Ober-Neusulza in Thüringen befindlich. Leipzig 1740. 8°.

Hohndorff, Fr. — Beschreibung des Saltz-Werkes in Halle. (Dreyhaupts Beschreibung des Saalkreises). Halle 1749.

Digitized by Google

Strombeck, A. v. — Über das bei Schöningen erbohrte Steinsalz und über die Art des dortigen Vorkommens desselben. (Karst. Arch. Bd. 22, S. 215—250. — B. u. H. Z. S. 588 usw.) 1848.

Carnall, v. — [Steinsalzlager bei Arnstadt gefunden]. (Z. d. D. G. G. 1849, S. 252.)

Rost, Aug. — Das Steinsalzlager bei Arnstadt ist erreicht! (Dtsch. Gewerbeztg. 1849. — B. u. H. Z. 1849, S. 655—656.)

Von 1850—1859.

Andrae, Carl Justus. — Geognostische Karte der Umgegend von Halle a. S. — Erläuternder Text zur geognostischen Karte von Halle a. S. Halle 1850, 98 S.

Minnigerode, v. — Bemerkungen über die Gebirgsverhältnisse bei der Kgl. Saline Dürrenberg in bezug auf das Vorkommen von Steinsalz oder Soolquellen und von Steinkohlen. (Z. d. D. G. G. 2, 1850, Prot. S. 65 und Abh. S. 95—103.

Rose, G. — Über die Specksteinknollen in dem Gyps von Stecklenberg und den gelben, erdigen Kalkstein von Gernrode. (Z. d. D. G. G. 2, 1850, P. S. 174, Abh. S. 136—139.)

Strombeck, A. v. — Uber das bei Liebenhalle unweit Salzgitter erbohrte Steinsalz. (Z. d. D. G. G. 2, 1850, S. 295.)

Unger, U. v. — Über die Erbohrung des Steinsalzes bei Schöningen im Herzogt. Braunschweig. (B. u. H. Z. 9, 1850, S. 637—640).

Brückner, G. — Landeskunde d. Herzogtums Meiningen. 2. Bd. 1851 bis 1853. (Erwähnt Soolquellen.)

Carnall, v. — Nachweisung der im Salzbohrloche bei Staßfurt durchbohrten Gebirgslagen, sowie des Gehalts und der Temperatur der Soole. Mit Bohrtabelle. (Z. d. D. G. G. 3, 1851, S. 217 P.)

Credner, H. — [Vergleichung des Thüringer und Rüdersdorfer Muschelkalkes und über das Steinsalz im Thüringer Muschelkalk.] (Z. d. D. G. G. 3, 1851, S. 369—371 P.)

Döbner. — Die Mineralquellen Thüringens. Ein Beitrag zur Naturgeschichte dieser Gegend. Meiningen 1851. 36 S.

Weiß, O. — Über den Ursprung der Soolquellen der Kurfürstl.-Hessischen Saline Sooden bei Allendorf a. d. W. (Karstens Arch. 24, 1851, S. 303—331, 332—371.)

Albertl, F. von. — Halurgische Geologie. 1852.

Baer, W. — Chemische Analyse des Badesalzes von Wittekind. (Jahresb. naturw. Ver. Halle 5, 1852, S. 140—144. Berlin 1853.)

Beyrich, E. — Über die Verbreitung der Zechsteinformation am nördlichen Harzrande. (Z. d. D. G. G. 4, 1852, S. 505—507 P.)

Digitized by Google

Plümicke und Stiehler. — Versalzung einer Uferstrecke am Salzigen See bei Eisleben durch Stollenwasser. (Ber. d. naturw. Ver. d. Harzes, 1852, S. 4—5.

Cotta, B. — Deutschlands Boden, sein geologischer Bau und dessen Einwirkung auf das Leben der Menschen. 2. Bände. Leipzig 1853 bis 1854. — 2. Aufl. Leipzig 1858.

Reinwarth. — Beiträge über die Verh. der Soolquellen und Steinsalzablagerungen [im Magdeburg-Halberstädter Becken.] (Ber. d. naturw. Ver. Halle 5. 1852, S. 62—96, Berlin 1853; auch Bergwerks-Freund 15, 1852, S. 609.

Hermann. — Brom-Kohlenwasserstoff und Brom-Kohlenstoff aus der Mutterlauge der Schönebecker Saline. (Bibl. univers., Genève. B. Arch. d. sciences phys. et nat. 25, 1854, S. 84—85.)

Reinwarth. — Über die Aussichten eines Steinsalzbergbaues bei Leopoldshall in Anhalt. 1854 und Ergänzungen 1856. Manuskr. bei der Regierung in Dessau.

Seckendorf, v. — Die bei der Herzogl. Saline zu Schöningen im Herzogtum Braunschweig in den Jahren 1845—1853 ausgeführten Tiefbohrungen nach Steinsalz. (Z. f. B. H. u. S. W. I, 1854, S. 65.)

Unger, v. und Schlönbach, A. — Über die Erbohrung des Steinsalzes zu Liebenhalle [bei Salzgitter] und die dabei ausgeführten Arbeiten. (Karst. Arch., R. II. Bd 26, 1854, S. 3.)

Carnall, v. — [Steinsalz bei Elmen, Staßfurt, Dürrenberg.] (Z. d. D. G. G. 7, 1855, S. 303—304, P.

— Anhydrit mit Steinsalz von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 7, 1855, S. 451 P.) (Erstes in Preußen aus einem Schacht gefördertes Steinsalz.)

Dechen, H. v. — Die geognostischen Verhältnisse der in der Prov. Sachsen aufgefundenen Steinsalzlager. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn, 12, 1855, Sitz.-Ber. S. 65—69.)

Forcke, H. — Untersuchung der Salzquelle bei Benzingerode. (Ber. d. naturw. Ver. d. Harzes f. 1855 u. 1856, S. 10—11.)

Girard, H. — Die norddeutsche Ebene, insbesondere zwischen Elbe und Weichsel, geognostisch dargestellt. Berlin 1855. [Rüdersdorf und Sperenberg.]

Liebe, K. Th. — Der Zechstein des Fürstentums Reuß-Gera. (Z. d. D. G. G. 7, 1855, S. 406—437.)

Söchting. — Der Bohrversuch auf Steinsalz im Johannisfelde bei Erfurt. (Z. f. d. ges. Nat. 5. 1855, S. 443—444.)

Strombeck, A. v. — Über das Vorkommen von Steinsalz im Norden vom Harze. (Z. d. D. G. G. 7, 1855, S. 655—663.)

Volger, G. H. O. — Versuch einer Monographie des Borazites. Hannover 1855.

Digitized by Google

Baumert. — Über Tachhydrit. (S.-B. d. Naturh. Ver. Bonn, 13, 1856, S. CXV.)

Carnall, v. — Notiz über blätteriges und krystallisiertes Steinsalz von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 8, 1856, S. 13—14. P.)

Chandler. — Analyse des Staßfurtits (Miscel. chem. researches. S. 20). Inaug.-Diss. Göttingen 1856.

Dechen, v. — Notiz über Anhydrit, Steinsalz und andere Vorkommnisse aus den Salzschächten in Staßfurt. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn. 13, 1856, S. 51.)

Niebergall. — Soolbad Arnstadt. Berlin 1856, 192 S. [Behandelt auch die geologischen Horizonte des Thüringer Steinsalzes.]

Oschatz. — Notiz über die mikroskopische Struktur des Carnallits von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 8, 1856, S. 308 P.

Rammelsberg, C. F. — Über den Tachhydrit, ein neues Mineral aus dem Steinsalzlager von Staßfurt. (Pogg. Ann. 98, 1856, S. 261 bis 263.)

— Über einige Verbindungen aus dem Salzlager zu Staßfurt. (Monatsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1856, S. 202.)

Rose, G. — Über den dichten Borazit von Staßfurt [Staßfurtit]. Mon.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1856, S. 75—79; Pogg. Ann. 97, 1856, S. 632—637; auch Journ. f. pr. Chem. Bd. 68.)

— [Über Staßfurtit oder dichten Borazit von Staßfurt]. (Z. d. D. G. G. 8, 1856, S. 156—157 P.)

Rose, Heinr. — Über den Carnallit [von Staßfurt]. (Pogg. Ann. 98. 1856, S. 161—163.)

— Über Carnallit, eine neue Mineralspezies. (Z. d. D. G. G. 8, 1856, S. 117—118.)

Söchtling. — Bohrversuche auf Steinsalz bei Kösen. (Z. f. d. ges. Nat. 7, 1856, S. 397—404.

— Analysen von Steinsalz [vom Johannisschacht bei Erfurt.] Z. f. d. ges. Nat. 7, 1856, S. 404—405.)

Meyn, L. — Das Salz im Haushalte der Natur und des Menschen. Leipzig 1857.

Rammelsberg, C. F. — Analyse des Staßfurter Steinsalzes. (Z. d. D. G. G. 9, 1857, S. 158.)

— [Zusammensetzung des durchsichtigen Steinsalzes von Staßfurt.] Z. d. D. G. G. 9, 1857, S. 379 P.)

Reichardt, G. Bibliotheca rerum metallicarum. Verzeichnis der bis Mitte 1856 in Deutschland über Bergbau, Hütten- und Salinenkunde und verwandte Zweige erschienenen Bücher, Karten und Ansichten. 2. Aufl. Eisleben 1857.

Digitized by Google

Von 1860—1869.

Bernoulli. — Mitteilungen über den Kieserit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 12, 1860, S. 366—367.)

Potyka. — Analyse des Borazits und Staßfurtits. (Erdm. Journ. f. prakt. Chem. 79, 1860, S. 126—127.)

Reichardt, E. — Das Steinsalzbergwerk Staßfurt bei Magdeburg. (Nov. Act. Leop. 27, 1860, S. 609—659; dazu 2 Nachträge in Arch. d. Pharm. 1862, S. 193 u. 204.)

Rose, G. — [Dolomitkrystalle in Gyps aus dem Zechstein von Kittelsthal bei Eisenach.] (Z. d. D. G. G. 12, 1860, S. 6—7 P.)

Heintz. — Analyse eines an Chlorkalium reichen Steinsalzes von Staßfurt. (Z. f. d. ges. Nat. 18, 1861, S. 133—134.)

Leopold, Bernh. — Über die Zusammensetzung des Kieserits [von Staßfurt]. (Z. f. d. ges. Nat. Halle 17, 1861, S. 51—56.)

Nauwerk, G., jun. — Beitrag zur Kenntnis der Gypse mit ihren Schlotten und Höhlungen, sowie Erdfällen im Hangenden des Kupferschiefers, am Harze und im Mansfeldischen, sowie ihre Entstehungsweise. (Bergwerksfreund N. F., Bd. I, 1861.)

Seckendorf, v. — Ergebnisse der mittels Dampfkraft bei der Herzogl. Braunschweigischen Saline zu Schöningen ausgeführten weiteren Tiefbohrung. (Z. f. B. H. u. S. W. 1861, S. 275.)

Siewert, M. — Über die Zusammensetzung des Kieserits. (Z. f. d. ges. Nat. 17, 1861, S. 49—51.)

Tasche, H. — Bilder auf der Reise zur Naturf.-Vers. in Königsberg im Jahr 1860 mit besonderer Berücksichtigung der Bernstein-Ablagerung an d. Samländ. Ostseeküste, des Steinsalzvorkommens bei Staßfurt usw. Gießen 1861, 207 S. [Nachrichten über die Steinsalzlagerstätten und Salzquellen in Norddeutschland überhaupt und zu Staßfurt insbesondere.]

Trommer. — Das Staßfurter Steinsalz und dessen Brauchbarkeit für Haus- und Landwirtschaft. Greifswald 1861.

Geinitz, H. B. — Dyas oder Zechsteinformation und das Rothliegende (Permische Formation z. T.). Leipzig 1861—1862.

Bernoulli. — [Notiz über den Kieserit von Staßfurt.] (Z. d. D. G. G. 14, 1862, S. 246 P.)

Brüning, J. — Über den Wassergehalt des Kieserits (Staßfurt). (Z. f. d. ges. Nat. 20, 1862, S. 33—37.)

Eisel, R. — Gliederung der Zechsteinformation in der Umgebung von Gera. (In Geinitz, Dyas II, Leipzig 1862, S. 201—217.)

Erdmann. — Rubidium und Cäsium im Carnallit von Staßfurt. (Journ. f. prakt. Chem. 86, 1862, S. 377.)

Digitized by Google

Fuchs, C. W. C. — Anhydrit-Krystalle [von Staßfurt]. (B. u. H. Z. 21, 1862, S. 198.)

Girard, H. — Über Anhydrit-Krystalle aus Kieserit von Staßfurt. (N. Jb. f. Min. etc. 1862, S. 591 B.)

Koenen, A. v. — [Notiz über Gypskrystalle aus dem Anhaltinischen Steinsalzschachte bei Leopoldshall.] (Z. d. D. G. G. 14, 1862, S. 540 P.)

Krug v. Nidda. — Das Steinsalz im mittleren Muschelkalk von Erfurt. (Z. d. D. G. G. 14, 1862, S. 682 P.)

Nöggerath. — Himmelblaue Steinsalzkrystalle von Staßfurt. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn. 19, 1862, Sitz.-Ber., S. 201.)

Rath, G. v. — Anhydrit-Krystalle von Staßfurt. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn 19, 1862, Sitz.-Ber. S. 201.)

Reichardt, E. — Über Kieserit und Polyhalit (von Staßfurt). (Arch. d. Pharm. 159, 1862, S. 193 u. 204.)

Rose, H. — Über das blaue Steinsalz und die isomorphen Verbindungen von Chlorkalium und Chlornatrium bei Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 14, 1862, S. 4—5 P.)

Schrauf. — Zur Charakteristik der Mineralspezies »Anhydrit«. (Aus Bd. 46 d. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad.; Pogg. Ann. 117, 1862, S. 650—652.) [Krystalle von Staßfurt.]

Schröcker. — Chemische Untersuchung eines aus der Mutterlauge der hiesigen [Halle] Saline auskrystallisierenden Salzes [Carnallit]. (Z. f. d. ges. Nat. 19, 1862, S. 160—163.)

Tieftrunk, F. — Aufsuchung von Lithium- und Rubidium-Verbindungen in der Halleschen Salzsoole. (Z. f. d. ges. Nat. 19, 1862, S. 157 bis 160.)

Zincken. — Eigentümliche Anhydrit-Krystalle von Staßfurt. (Z. f. d. ges. Nat. 20, 1862, S. 80 (nur Titel).

Girard, H. — Notiz über den Hoevelit (Sylvin) von Staßfurt. (N. Jb. f. Min. usw. 1863, S. 568.)

Guthe, H. — [Anhydrit-Krystalle von Staßfurt. Zwillingskrystalle davon.] (N. Jb. f. Min. usw. 1863, S. 443.)

Heintz, W. — Analyse eines fast reinen Chlorkaliums von der Anhaltinischen Steinsalzgrube bei Staßfurt (Hoevelit). (Z. f. d. ges. Nat. Halle 22, 1863, S. 35—36.)

— Analyse zweier Steinsalzproben von Erfurt. (Z. f. d. ges. Nat. 22, 1863, S. 291.)

Knoblauch. — Untersuchung über Durchstrahlung der Wärme durch Steinsalz (von Staßfurt). (Abh. d. naturf. Ges. Halle. 8, Sitz.-Ber. f. 1863, S. 3 u. 9, Sitz.-Ber. f. 1864, S. 3; auch 11, Sitz.-Ber. f. 1869, S. 42.)

Digitized by Google

Krug v. Nidda. — [Oktaedrische Steinsalzkrystalle von Staßfurt] (Z. d. D. G. G. 15, 1863, S. 241—242 P.)

Reichardt. — Neues Vorkommen von Polyhalit. (Arch. f. Pharm. 109, 1863, S. 208.)

Rein, W. — Alte Bergwerke und Salzquellen. (Z. f. thüring. Gesch. u. Altertumsk. Jena. 5, 1863, S. 411 und 6, 1865, S. 375.

Rose, H. — Über eine neue Reihe von Metalloxyden. (Pogg. Ann. 120, 1863, S. 1—16.) [Bespricht auch blaues Steinsalz von Staßfurt.]

Siewert. — Analyse eines Staßfurter Kalisalzes. (Z. f. d. ges. Nat. 21, 1863, S. 78—79.)

Zincken. — Fast reines Chlorkalium von Leopoldshall (Leopoldit). (Z. f. d. ges. Nat. 22, 1863, S. 443.)

Albertl, F. von. — Überblick über d. Trias. Stuttgart 1864, 353 S. [S. 7—13 Salzführender Mittl. Muschelkalk in Schwaben.]

Bischof, F. — Steinsalzwerke bei Staßfurt. M. kolor. Taf. Halle 1864. 2. Aufl. 1875. 95 S.

Böttcher. — Thallium im Carnallit. (Polytechn. Zentr. 1864, S. 764.)

Ewald, J. — Geologische Karte der Provinz Sachsen von Magdeburg bis zum Harz (als Teil der geologischen Karte der Provinz) im Auftrage des Kgl. Preuß. Ministeriums für Handel und Gewerbe und öffentliche Arbeiten, unter Zugrundelegung der topographischen Karte des Kgl. Generalstabes. 4 Blätter. Maßstab: 1:100000. Die durch das große Bruch südlich begrenzten Braunschweigischen Landesteile nach den Aufnahmen A. v. Strombecks. 1864.

Grüneberg, H. — Über das Staßfurter Steinsalzwerk und die über demselben entdeckten kalihaltigen Abraumsalze. (Z. d. Naturw. Ver. Köln 1864.)

Nöggerath — Über Staßfurter Mineralien. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn 21, Sitz.-Ber. 1864, S. 42.)

Ottilia. — Kurze Mitteilung über Schnüre von Anhydrit und Polyhalit im Steinsalzlager von Staßfurt. (Abh. d. Naturf. Ges. Halle. 9, Sitz.-Ber. 1864, S. 19.)

Schmid, E. E. — Gliederung der oberen Trias nach den Aufschlüssen im Salzschacht auf dem Johannisfelde bei Erfurt. (Z. d. D. G. G. 16, 1864, S. 145—154.)

Schönaich-Carolath, v. — Notiz über die Mächtigkeit des Steinsalzlagers von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 16, 1864, S. 185.)

Söchting, E. — Notizen über . . . . und über Polyhalit und schwarzen Carnallit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 16, 1864, S. 601—602 P.)

Zincken, C. F. — Notiz über Steinsalzoktaeder von Staßfurt. (Z. f. d. ges. Nat. Halle 24, 1864, S. 288.)

Beyrich. — [Über die Zusammensetzung der Zechsteinformation am süd-

Digitized by Google

lichen Harzrande und im Kyffhäusergebirge, mit besonderer Rücksicht auf die Lagerung des Gypses. (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 445—447.)

Bischof, F. — Schwefel im älteren Steinsalz von Staßfurt (Berggeist 1865, Nr. 104.)

Blum, R. — [Krystallographisches über Anhydrit von Staßfurt.] (N. Jb. f. Min. usw. 1865, S. 600—601 B. Mit Abbildungen.)

Cohn, F. — Über organische Einschlüsse im Carnallit von Staßfurt. (43. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. Breslau 1865, S. 54.)

Ermann, A. — Einige Untersuchungen über die bei Sulza geförderten Soolen. (Erinanns Arch. f. d. wissensch. Kunde von Rußland. 24, Berlin 1865, S. 191—246.)

Ewald, J. — Zechstein in der Bucht zwischen Magdeburger und Harzer Grauwacke bei Offleben und Barneberg. (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 256—257.)

Fuchs, M. E. — Mémoire sur le gisement salin de Staßfurt Anhalt. (Ann. d. Mines 8, Paris 1865.)

Göbel, A. — Untersuchungen des Carnallits von Maman in Persien und von Staßfurt. (Bull. de l'acad. imp. des sc. St. Pétersbourg. 6, 1865, p. 413. [Mit Bemerkungen dazu von J. Fritzsche, ebenda, S. 464.]

Heintz, W. — Bemerkungen über den Staßfurtit (mit Analysen von Hoffmann). (Z. f. d. ges. Nat. Halle 25, 1865, S. 404—407.)

Joulin. — Übersetzung von F. Bischof. Die Steinsalzwerke von Staßfurt. (Ann. de Chimie et de Phys. Paris 1865, S. 295—350.)

Krug v. Nidda. — Mineralien von Staßfurt, besonders Staßfurtit. (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 11 P.)

Lottner. — Polyhalit, ged. Schwefel, Steinsalz-Krystalle, Lithiongehalt des Grubenwassers, vegetabilische Reste im Salz u. a. [von Staßfurt]. (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 430, sowie 432 P.)

Rammelsberg, C. F. — [Bemerkungen über Staßfurtit und Carnallit von Staßfurt.] (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 11 P.)

— Über den Kainit und Kieserit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 645—650.)

Reichardt, E. — [Mitteilung über Kainit und Schönit (Pikromerit) von Staßfurt.] (N. Jb. f. Min. usw. 1865, S. 602 B.)

Roemer, F. — Eine Sammlung der das Steinsalzvorkommen von Staßfurt in Sachsen begleitenden Mineralien. (43. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur, 1865.

Rose, G. — [Erläuterungen zu mikroskopischen Präparaten von Staßfurter Carnallit und Steinsalz.] (Z. d. D. G. G. 17, 1865, S. 431 bis 432 P.)

Digitized by Google

Schrauf, A. — Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. Wien 1865 bis 1877.)

Selle, de. — De la saline de Staßfurt. (Rev. univers. de Liège 1865.)

Steinbeck. — Über den Staßfurtit. (Z. f. d. ges. Nat. 25, 1865, S. 397—403. Pogg. Ann. 125, 1865, S. 68—74.)

Volger, H. O. — Das Steinsalzgebirge von Lüneburg, ein Seitenstück zu demjenigen von Staßfurt. Frankfurt a/M. 1865.

Zincken, C. F. — Erste Notiz über das von ihm benannte Mineral Kainit von Leopoldshall bei Staßfurt (N. Jb. f. Min. usw. 1865, S. 310 B.)

— Über ein neues Salz [Kainit] von Leopoldshall bei Staßfurt und seine Zusammensetzung. (B. u. H. Z. 24, 1865. S. 79—80 u. 288.)

Beyrich, E. — Über die breccienartigen Rauchwacken im Zechstein am südlichen Harzrande. (Z. d. D. G. G. 18, 1866, S 391—392.)

— Über das Auftreten des Gypses am südlichen Harzrande. (Tagebl. d 40. Vers. D. Naturf. u. Ärzte, Hannover 1865, Nr. 6, 1866, S. 159.

Bisching, A. — Über das Salz. Wien 1866.

Ewald, J. — Über den östlichen Abschluß des subhercinischen [so!] Flötzgebirgsbeckens. (Monatsber. Akad. d. Wiss., 65, Berlin 1866, S. 259 [nur Titel].

Göbel, Ad. — [Einschlüsse im Carnallit von Staßfurt.] (Bull. d. l'acad. d. St. Pétersbourg 9, 1866, S. 1.)

Heintz. — Über den Wassergehalt des Staßfurtits. (Abh. d. Naturf. Ges. Halle 9, Sitz.-Ber. f. 1865. 1866. S. 19.)

Hessenberg. — Carnallit von Staßfurt. (Abh. Senckenb. Naturf. Ges. 6, 1866. S. 12 ff.)

Huyssen, A. von. — Mitteilungen über zwei neue Mineralvorkommnisse aus dem Staßfurter Salzlager. (Abh. d. Naturf. Ges. Halle 9, Sitz.-Ber. f. 1865. 1866, S. 4; und Berggeist 10, 1865, S. 67—68.)

Joulin. — Les potasses et les soudes de Staßfurt. Paris 1866.

Magnus, G. — Notiz über in Oktaedern krystallisiertes Steinsalz auf Carnallit von Staßfurt. (Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Fr. Berlin, 1866, S. 22.)

Rammelsberg, C. F. — Über den Kainit und Kieserit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 18, 1866, S. 11.)

Reichardt, E. — Das Steinsalzbergwerk Staßfurt und die Vorkommnisse in demselben. (N. Jb. f. Min. usw. 1866, S. 321—350.)

Volger, G. H. O. — Notiz über die Fältelung im Steinsalz des Staßfurter Lagers und über die Entstehung des Borazits (Staßfurtits) daselbst. (Ber. d. 40. Vers. Deutsch. Naturf. zu Hannover im Sept. 1865. 1866, S. 152.)

Albert, C. v. — Die Steinsalz-Lagerung bei Schönebeck und Elmen. Z. d. D. G. G. 19, 1867, S. 373—399, Taf. X.)

Digitized by Google

Brasack, Fr. — Notiz über mikroskopische Quarzkrystalle im Staßfurter Steinsalz. (Z. f. d. ges. Nat. Halle 29, 1867, S. 91.)

Grüneberg, H. — Über den gegenwärtigen Stand der Staßfurter chemischen Industrie. (Korr.-Bl. d. Naturh. Ver. Bonn, 24, 1867, S. 104—111.)

Hagen, C. H. v. — Die Stadt Halle. 2. Bde. Halle 1867. [Geschichtliches über die Salzgewinnung.]

Joulin. — Über die zu Staßfurt vorkommenden Kali- und Natron-Verbindungen. (Compt. Rend. Paris 1867, S. 707.)

Tschermak, G. — Entstehung mächtiger Salzlager Europas. (B. u. H. Z. 1867, S. 448.)

Zincken. — Steinsalz-Krystall mit vielen Flächen; Eisenkies- und Eisenglanz-Krystalle im Carnallit des Schachtes von Leopoldshall. (N. Jb. f. Min. usw. 1867, S. 840—841 B.)

Cordel, Oskar. — Die Staßfurter Kalisalze in der Landwirtschaft. Aschersleben 1868.

Frank, A. — Über Vorkommen und Bildung von krystallisiertem Sylvin und krystallisiertem Kainit im Steinsalzwerk zu Staßfurt. (Ber. d. D. Chem. Ges. I. 1868, S. 121.)

Hauchecorne, W. — Mitteilungen über krystallisiertes Steinsalz, Sylvin und über Carnallit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 20, 1868, S. 467—468 u. 659—660 P.)

Huyssen, von. — Über das Steinsalzvorkommen und die Bohrung zu Sperenberg und über das Vorkommen des Sylvins zu Staßfurt. (Vortr. i. d. Naturf. Ges. Halle a/S. 1868, S. 7.)

— Mitteilungen über das Vorkommen des Sylvins in der Salzlagerstätte von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 20, 1868, S. 460—461 u. Abh. d. Naturw. Ges. Halle. 10, Sitz.-Ber. f. 1867. 1868, S. 23.

Magnus, G. — Über die Diathermansie des Sylvins [und des Steinsalzes von Staßfurt.] (Pogg. Ann. 134, 1868, S. 302—304.)

Mohr. — Über Steinsalzbildung. (Pogg. Ann. 135, 1868, S. 667 bis 671.)

Rose, G. — [Ein neues Vorkommen von Speckstein knollen im Gyps von Suderode und Stecklenberg.] (Z. d. D. G. G. 20, 1868, S. 749 P.)

Groth. — Über den krystallisierten Kalnit von Staßfurt. (Pogg. Ann. 137, 1869, S. 442—447.)

Knoblauch, H. — Über den Durchgang der strahlenden Wärme durch Sylvin (von Staßfurt). (Pogg. Ann. 136, 1869, S. 66 und 139. 1870, S. 150—157.)

Otto, Fr. — [Neuere Untersuchungen auf Stein- und Kalisalz in Preußen bei Sperenberg, Schönebeck, Elmen etc.] (»Isis«, Sitz.-Ber. Jahrg. 1869, S. 187—189.)

Digitized by Google

Reichardt, E. — Über Polyhalit im Steinsalz zu Staßfurt. (N. Jb. f. Min. usw. 1869, S. 325—328.)

Sandberger, F. — Die geolog. Verhältn. der Quellen zu Kissingen. (Würzburger Verhandl. 1869, 1, S. 159—165.)

Sohncke. — Über die Cohäsion des Steinsalzes (von Staßfurt) in krystallographisch verschiedenen Richtungen. (Pogg. Ann. 137, 1869, S. 177—200.)

Von 1870—1879.

Brückner, G. — Volks- und Landeskunde des Fürstentums Reuß j. L. Gera 1870, 840 S. [Auch Salinenwesen.]

Frank, A. — Kainitkrystalle. (Chem. Zentralbl. 9, 1870, S. 144; auch Z. f. d. ges. Nat. 35. 1870, S. 428.)

Beyrich, E. — Über die Gliederung der Zechsteinformation am Südrande des Harzes und besonders über den Plattendolomit im oberen Zechstein, sowie über die sogenannten Aschen und parallelen Gebilde in Hessen und Thüringen. (Z. d. D. G. G. 23, 1871, S. 775 bis 776 P.) [Enthält nichts als obigen Titel.]

Dunker. — Geologische Untersuchungen im Werratal bei Sooden-Allendorf, besonders über Lagerung von Zechstein und Buntsandstein und über den Salzgehalt. (Z. f. d. ges. Nat. 37, 1871, S. 171.)

Groth, P. und Hintze. — Über krystallisierten Blödit von Staßfurt. (Z. d. D. G. G. 23. 1871, S. 670—678.)

Hessenberg, F. — Über den Anhydrit. (Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. 8, 1871.) [Krystalle von Staßfurt.]

Reichardt, E. — Ein neues Mineral Staßfurts [Simonyit]. (N. Jb. f. Min. usw. 1871, S. 856—857 B.)

Reinwarth. — Über die Steinsalzablagerung bei Staßfurt und die dortige Kali-Industrie, sowie über die Bedeutung derselben für Gewerbe und Landwirtschaft. Dresden 1871. 43 S.

Rose, G. — Über die Bildung des mit dem Steinsalz vorkommenden Anhydrits. Monatsber. d. Kgl. Akad. d. Wiss., Sitz. v. 17. Juli 1871, Berlin 1871, S. 363—379, mit Zusätzen in Pogg. Ann. 145, 1872, S. 177—196.)

Schreiber, A. — Über des Harzes Nordrand und Vorland. (Jahresber. d. Naturw. Ver. Magdeburg, Nr. 2, 1871.)

— Notiz über die Bohrungen in der Umgegend von Staßfurt. (Jahresber. d. Naturw. Ver. Magdeburg, Nr. 2, 1871.)

Schultze, B. — Über das Vorkommen von krystallisiertem Borazit in Staßfurt und über die Bildungsweise der in den Staßfurter Abraumsalzen sich findenden Borazitknollen. (N. Jb. f. Min. usw. 1871, S. 844 bis 850.)

Digitized by Google

Tschermak, G. — Beitrag zur Kenntnis der Salzlager. (Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. 63, 1871, S. 305—324.)

Zincken, C. F. — Astrakanit von Staßfurt. (B. u. H. Z. 30, 1871, S. 267.)

Beyrich. — Über Stollenprofile von Sangerhausen. (Z. d. D. G. G. 24, 1872, S. 596 P.)

Bischof, C. — Der neue Kalisalzfund bei Staßfurt. (Z. f. d. ges. Nat. Halle. 40, 1872, S. 447—453.)

Credner, H. — Notiz über Steinsalz von Hettstedt. (Z. f. d. ges. Nat. Halle. 40, 1872, S. 436.)

— [Steinsalz im Zechstein und Anhydrit bei Staßfurt.] (Z. f. d. ges. Nat. 40, 1872, S. 436.)

Grüneberg, H. — Über den Kieserit, seine Eigenschaften und Verwendungen. (Ber. d. D. Chem. Ges. 1872, S. 840 ff.)

Rath, G. v. — Mineralogische Mitteilungen 60. Ueber den Blödit (Simonyit) von Staßfurt. (Pogg. Ann. 144, 1872, S. 586—593.)

Strombeck, A. v. — Erste Notiz über die Erbohrung von Kalisalzen und das Vorhandensein eines mächtigen Steinsalzlagers bei Thiede. (Ref. üb. d. Sitz. d. Ver. f. Naturw. Braunschweig, im Braunschweig. Tagebl. v. 10. Nov. 1872, Nr. 303 B.)

Teuchert. — Kalireiches Brunnenwasser in Skopau. (Z. f. d. ges. Nat. 40, 1872, S. 502.)

Trenckmann. — Borazit-Krystalle im Carnallit von Staßfurt. (Z. f. d. ges. Nat. 39, 1872, S. 107.)

Tschermak. — Simonyit und Borazit von Staßfurt. (Tschermak Min. Mitt. 1872, S. 58—60.)

Beyrich, E. — Stollenprofile von der Segen Gottes-Grube bei Sangershausen. (Z. d. D. G. G. 25, 1873, S. 115 P.)

Credner, H. — Notiz über Glauberit von Westeregeln und Pseudomorphosen aus schwarzem Salzton. (Z. f. d. ges. Nat. 42, 1873, S. 98.)

Dechen, H. v. — Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche nebst einer physiographischen und geognostischen Übersicht des Gebietes. Berlin 1873.

Giebel, C. G. — [Steinsalzkrystall mit Wassertropfen und Luftblase darin.] (Z. f. d. ges. Nat. 41, 1873, S. 331.)

— Notiz über die Steinsalzpseudomorphosen von Westeregeln. (Z f. d. ges. Nat. Halle 42, 1873, S. 96.)

Hehn, V. — Das Salz, eine kulturhistorische Studie. Berlin 1873.

Prietze. — Die neueren Aufschlüsse auf dem Staßfurter Salzlager. (Z. f. B. H. u. S. W. 21, 1873, S. 119 u. 126.)

Rohde, W. — Die Salzlager in Staßfurt mit besonderer Berücksichtigung der Fabrikation der kalihaltigen Düngesalze. Berlin 1873.

Rosenbusch, H. — Mikroskopische Physiographie der petrographisch

Digitized by Google

wichtigen Mineralien (Bd. 1) und der massigen Gesteine (Bd. 2). Stuttgart 1873 und 1877. Neuere Auflagen. Bd. 1: 1885, 1892, 1904/05; Bd 2: 1887, 1895/96.

Schultze. — Reiche Sammlung von Boracit-Krystallen von Staßfurt. (Z. f. N. 42, 1873, S. 98.)

Strombeck, A. v. — Mitteilung über die geognostischen Verhältnisse und die Kalisalze von Staßfurt. (Ref. d. Sitz. d. Ver. f. Nat. Braunschw. im Braunschw. Tagebl. v. 30. Jan. 1873, Nr. 25 B.)

Teuchert. — Deutung der Steinsalzpseudomorphosen von Westeregeln. (Z. f. N. 42, 1873, S. 96—97.)

Websky. — Pseudomorphosen von Westeregeln. (Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur, 1873, 12. Nov.).

Weiß, E. — Über Steinsalz-Pseudomorphosen von Westeregeln. (Z. d. D. G. G. 25, 1873, S. 552—561.)

Zepharovich, V. v. — Steinsalz und Glauberit von Westeregeln. (»Lotos« 23, 1873, S. 215.)

Geinitz, H. B. — [Schichtenprofile der Schächte I und II von Douglashall bei Westeregeln und das Vorkommen der Pseudomorphosen daselbst.] (»Isis«, Sitz.-Ber., Dresden 1874, S. 198—199.)

Hammerbacher, F. — Geognostische Verhältnisse, spektroskopische Untersuchungen und chemische Analysen der Staßfurter Abraumsalze. Inaug.-Diss. Erlangen 1874 u. Ann. d. Chem., Bd. 176. [Nachweis von Rb, Cae u. Tha im Staßfurter Carnallit.]

Heidenheim, J. — Chemisch-geologische Betrachtung der Gyps-Vorkommnisse in der Zechsteinformation. (Z. d. D. G. G. 26, 1874, S. 275—283.)

Helmhacker. — Studien über die Bildung von Steinsalz. (Österr. Ztschr. f. Bergw. 1874, Nr. 24—27.)

Klien, P. — [Glauberit, Carnallit, Borazit usw. von Douglashall bei Westeregeln.] (N. Jb. f. Min. usw. 1874, S. 963 B.)

Kosmann, B. — [Über den inneren Bau der Pseudomorphosen von Steinsalz nach Carnallit von Westeregeln.] (Z. d. D. G. G. 26, 1874, S. 364)

Ochsenius, C. — Die Carnallit-Pseudomorphosen von Westeregeln. (Ber. üb. d. 46. Vers. D. Naturf. z. Wiesbaden von 1873; 1874, S. 51.)

Reinwarth, C. — Über den Stein- und Kali-Salzbergbau bei Westeregeln. (N. Jb. f. Min. usw. 1874, S. 616—619 B.)

Schmidt, A. — Das Salz, eine wissenschaftliche und finanzielle Studie. Leipzig 1874.

Strombeck, A. v. — Das Vorkommen des Steinsalzes bei Ölsburg. (Sitz. d. Ver. f. Nat. Braunschw. v. 29. Okt.; Braunschw. Tagebl. v. 24. Dez. 1874, Nr. 301 B.)

Ward, Th. — The great European salt-deposits and their origin. With map. Liverpool 1874.

Digitized by Google

Weichsel, R. — Staßfurts Salzlager und die damit verbundene Industrie. (5. Jahresber. d. naturw. Ver. Magdeburg. Magdeburg 1874, 11 S.)

Weiß, E. — Notiz über Pseudomorphosen von Steinsalz nach Carnallit im Salzton von Westeregeln. (Z. d. D. G. G. 26, 1874, S. 208.)

— [Großes Coniferen-Stammstück im Steinsalz von Erfurt.] (Z. d. D. G. G. 26, 1874, S. 215 P.)

— [Über ein kleines Steinsalzvorkommen bei Welfesholz zwischen Hettstedt und Gerbstedt am Harz.] (Z. d. D. G. G. 26, 1874, S. 209—210 P).

Zepharovich, V. v. — Mineralogische Mitteilungen V. 1. Die Glauberitkrystalle und Steinsalzpseudomorphosen von Westeregeln bei Staßfurt. (Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. 69 I, 1874, S. 7.)

Bingmann, E. — Aufschluß eines Stein- und Kalisalzlagers bei Peine. (Z. f. B. H. u. S. W. 23, Abh., 1875, S. 41.)

Bischoff. — Die Steinsalzbergwerke bei Staßfurt. 1875.

Frank, A. — Die Staßfurter Kali-Industrie. 1875.

Krause, G. — Mitteilungen über das Kali- und Steinsalzbergwerk Neu-Staßfurt (frühere Gewerkschaft Agathe). (B. u. H. Z. 34, 1875, S. 285—287.)

— Vorkommnisse in dem Steinsalzbergwerk zu Staßfurt. (B. u. H. Z. 34, 1875, S. 203—205.)

— Über Vorkommen und Verwendung des Staßfurtits. Jenaer Inaug.-Diss. Köthen 1875, 42 S.

— Reichardtit, ein neues Mineral von Staßfurt. (Arch. f. Pharm. 1874, II, u. 1875, VI, S. 41—45.)

Möhl, H. — Vorkommnisse in dem Steinsalzbergwerke zu Staßfurt. (B. u. H. Z. 34, 1875, S. 203.)

Geinitz, F. E. — Studien über Mineral-Pseudomorphosen. (N. Jb. f. Min. 1876, S. 449—503, Taf. VII.) [Steinsalz und Carnallit von Westeregeln.]

Kosmann, B. — [Über den Glauberit in der Mulde von Westeregeln.] (Z. d. D. G. G. 28, 1876, S. 666—667 P.)

Langbein. — Staßfurter Kalisalzindustrie. (Z. d. Ver. D. Ingen. 1876, S. 58 ff.)

Ochsenius, C. — Über die Salzbildung der Egelnschen Mulde. (Z. d. D. G. G. 28, 1876, S. 654—666.)

Schultz. — [Steinsalzaufschlüsse bei Hettstedt und bei Eisleben im Zechsteingyps.] (Z. f. N. 47, 1876, S. 114—115.)

Voigt, W. — Beobachtungen an Steinsalz (von Staßfurt). (Pogg. Ann. Ergänz.-Bd. VII. 1876, S. 1 und 177.)

Branco. — Notiz über das Vorkommen des Muschelkalks bei Altmersleben in der Altmark. (Z. d. D. G. G. 29, 1877, S. 511—514.)

Digitized by Google

Krause, G. — Die Industrie von Staßfurt und Leopoldshall und die dortigen Bergwerke, in chemisch-technischer und mineralogischer Hinsicht betrachtet. Köthen 1877.

Ochsenius, C. — Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze, unter spezieller Berücksichtigung der Flötze von Douglashall in der Egelnschen Mulde. Halle 1877, 172 S., 3 Taf.

Schrader. — Die neueren Aufschlüsse der Kalisalzlagerstätte von Staßfurt. (Z. f. B. H. u. S. W. 25, 1877, S. 319—332.)

Strombeck, A. v. — Allgemeine geognostische Verhältnisse des Herzogtums Braunschweig. (Mitt. d. Landw. Zentral-Ver. Braunschw. 1877; auch in R. Bürstenbinder, Die Landwirtschaft d. Herzogt. Braunschw., S. 5, Braunschweig 1881.)

Teuchert. — [Steinsalz mit Luftblase von der neuen Grube Agathe bei Staßfurt.] (Z. f. N. 50, 1877, S. 94.)

Tietze, E. — Zur Theorie der Entstehung der Salzsteppen und Salzlager. Wien 1877.

Bischof, C. — [Durchsunkene Schichten des Staßfurter Salzgebirges in den Schächten Agathe und Ludwig II bei Staßfurt.] (Z. f. N. 51, 1878, S. 134.)

Fritsch, K. v. — [Diamantbohrkerne aus Bohrloch IV bei Groß-Schierstedt unweit Aschersleben; Schichtenfolge und Kalisalz daselbst; Bohrungen bei Zscherben.] (Z. f. N. 51, 1878, S. 126.)

Ochsenius, C. — Beiträge zur Erklärung der Bildung von Steinsalzlagern und ihrer Mutterlaugensalze. (Nov. Act. Leop. Carol. Akad. d. Naturf. Bd. 40, 1878, S. 121—166.)

Ramdohr. — Das Salzwerk bei Aschersleben. (Chemiker-Ztg. 1878, Nr. 24; hieraus in B. u. H. Z. 38, 1879, S. 181—184.)

Roth, J. — Flußwasser, Meereswasser, Steinsalz. Berlin 1878.

Schmidt. — [Blaues und pfirsichblütrotes Steinsalz und von Steinsalz durchwachsener Borazit von Leopoldshall.] (Z. f. N. 51, 1878, S. 849.)

— Das Salzbergwerk bei Aschersleben in der Provinz Sachsen. (B. u. H. Z. 1878, S. 227.)

Baumert. — Die Bestandteile der brennbaren Gase in den Kalibergwerken bei Staßfurt. (Z. f. N. 1879, S. 455—457.)

Lossen, K. — Der Boden der Stadt Berlin. Berlin 1879. [Behandelt auch Rüdersdorf und Sperenberg.]

Precht, H. — Die Bestandteile der brennbaren Gase in den Kalisalzbergwerken bei Staßfurt. (Ber. d. D. Chem. Ges. 12, 1879, S. 557.)

Digitized by Google

Von 1880—1889.

Huyssen, v. — Übersicht der bisherigen Ergebnisse der vom Preußischen Staate ausgeführten Tiefbohrungen im norddeutschen Flachlande und des bei diesen Arbeiten verfolgten Planes. (Z. d. D. G. G. 32, 1880, S. 612—622; und Leopoldina, 17. Halle 1882, S. 186—192.)

Luedecke, O. — [Große Kainitkrystalle von Staßfurt.] (Z. f. N. 53, 1880, S. 907.)

Pfeiffer, E. — Glauberit, Douglasit und Afterkrystalle von Westeregeln. (Arch. f. Pharm. 16, 1880, S. 430.)

Precht, H. — Neues Staßfurter Mineral [Krugit]. (Wochenschr. d. Ver. D. Ingen. 1880, S. 370.)

— Über die Bildung des Wasserstoffs in den Staßfurter Kalisalzbergwerken. (Ber. d. D. Chem. Ges. 13, 1880, S. 2326.)

— Douglasit, neues Mineral. (Ebenda 13, 1880, S. 2328.)

Scharf. — Darstellung der Lagerungsverhältnisse und des Betriebes des Steinsalzwerkes zu Erfurt. 1880. (Manuskr. f. Oberbergamt Halle.)

Schmidt. — Krugit und andere neue Mineralfunde in Staßfurt. (Z. f. N. 53, 1880, S. 504.)

Websky. — [Gaylussit vom Königsee in Thüringen, nebst Mittellungen über das Vorkommen desselben von Herrn R. Noback in Gehren.] (Z. d. D. G. G. 32, 1880, S. 443 P.)

Baumert. — [Herkunft von Wasserstoff im Steinsalz und Eisenglanz im Carnallit von Staßfurt.] (Z. f. N. 54, 1881, S. 459.)

Bischof, C. — Der Kalisalzfund Ludwig II bei Staßfurt. (Z. f. N. 54, 1881, S. 544.)

Gümbel, C. W. — Geologische Rundschau von Kissingen. (Aus: Sotier, Bad Kissingen.) Leipzig 1881, 28 S.

Ochsenius, C. — Mutterlaugensalze. (Vortrag.) (Z. d. D. G. G. 33, 1881, S. 507—511.)

Pfeiffer, E. — Über das Staßfurter Salzlager. (Arch. d. Pharm. 19, 1881, S. 112.) [Das jüngere Steinsalz ist »deplaziertes« älteres Salz.]

Precht, H. — Krugit, ein neues, dem Polyhalit ähnlich zusammengesetztes Mineral (von Staßfurt). (Ber. d. D. Chem. Ges. 14, 1881, S. 2138.)

— und Wittjen, B. — Beiträge zur Kenntnis des Borazits (Staßfurtit und aus dem Staßfurter Salzlager). (Ber. d. D. Chem. Ges. 14, 1881, S. 2134.)

— Über das Vorkommen und die Bildung des Kleserits. (Ber. d. D. Chem. Ges. 14, 1881, S. 2131—2134.)

— Die Salz-Industrie von Staßfurt und Umgegend. (Festschr. z. Hauptvers. d. Ver. D. Ingen. Magdeburg. Auch als besondere Broschüre erschienen 1882. — 2. Aufl. 1885, 3. u. 4. Aufl. 1889, letztere als

Digitized by Google

Festschr. zum IV. Allg. Bergmannstag zu Halle. — 5. Aufl. 1891, 6. Aufl. (bearbeitet von R. Ehrhardt) 1906, 7. Aufl. (desgl. 1906.)

Precht, H. — Über Vorkommen und Verarbeitung von Salzthon aus dem Staßfurter Salzlager. (Chemiker-Ztg. 6, 1882, S. 197—198.)

Teckienburg. — Chronologisch geordnete Übersicht einer Anzahl Tiefbohrungen (Schöningen, Dürrenberg, Elmen usw.). (B. u. H. Z. 41, 1882, S. 9—11 u. 32—34.)

Zepharovich, V. v. — Kainit aus dem preußischen Schacht Von der Heydt zu Staßfurt. (Groths Z. f. Krystallogr. usw. 6, 1882, S. 234.)

Ben-Saude, A. — Über doppeltbrechende Steinsalzkrystalle. (N. Jb. f. Min. usw. 1883 I., S. 165.)

— Note sur la cause de la biréfringence de quelques cristaux de sel gemme et de sylvine et sur un indice de leur hemiédrie probable. (Bull. Soc. Min. de France 6, 1883, p. 260.)

Ernst. — Das Staßfurter Kalisalzlager und die Kali-Industrie. (Wochenschrift d. Ver. D. Ingen. 1883, Nr. 36.)

Hammerschmidt, Franz. — Beiträge zur Kenntnis des Gyps- und Anhydritgesteins. (Min. u. Petr. Mitt. 5, 1883, S. 245—285 und Leipziger Inaug.-Diss. 1883, 41 S.)

Mack, K. — Über das pyroelektrische Verhalten des Borazits. (Inaug.-Diss. Tübingen 1883 und Groths Z. f. Krystallogr. 8, 1883.)

Precht, H. und Wittjen, B. — Über blaues Steinsalz von Staßfurt. (Ber. d. D. Chem. Ges. 16, 1883, S. 1454—1457.)

Schmidt. — [Die Blaufärbung des Steinsalzes.] (Z. f. N. 56, 1883, S. 475 bis 476.)

— [Steinsalzkrystalle mit Oktaederform aus Staßfurter Carnallit.] (Z. f. N. 56, 1883, S. 485.)

Schwetschke. — Zur Gewerbegeschichte der Stadt Halle a/S. von 1680 bis 1880. Halle 1883. [Geschichte des Salzwesens.]

Cadell. — On Staßfurt salt deposits. (Philos. transact. of the royal soc. 1884, p. 92.)

Huyssen, A. von. — Die Tiefbohrungen im norddeutschen Flachlande. (Tagebl. d. 57. Vers. D. Naturf. u. Ärzte, Magdeburg, 1884, S. 391.)

Klein, C. — Mineralogische Mitteilungen X. Beiträge zur Kenntnis des Borazits. (N. Jb. f. Min. usw. 1884, I. S. 235—245.)

Luedecke, O. — Großer Anhydritkrystall von Staßfurt. (Z. f. N. 57, 1884, S. 683—684.)

Mack, K. — Über das pyroelektrische Verhalten des Borazits. (Wiedemanns Ann. d. Phys. u. Chem., N. F. 21, 1884, S. 410—421.)

Pfeiffer, L. — Literatur der Mineralquellen und Kurorte Thüringens. (Abgedr. aus den Korr.-Blättern d. allgem. ärztl. Ver. v. Thüringen

Digitized by Google

i. d. Mitt. d. geogr. Ges. f. Thüringen zu Jena, Bd. 2. Jena 1884, S. 56—90.)

Pfeiffer, E. — Zur Genesis des Dolomites mit Hinsicht auf Triasschichten des Thüringer und Nordharzer Beckens. (Mitt. d. geogr. Ges. Jena, Bd. 2, Jena 1884, S. 180—184.)

Staute, H. — Pinnoit, ein neues Borat von Staßfurt. (Ber. d. D. Chem. Ges. 17, 1884, S. 1584—1586 u. Dinglers polyt. Journ. 1884.

Ben-Saude, A. — Anomalias opticas de crystaes tesseraes. (Comm. da secc. dos trab. geol. de Portugal I. Lissabon 1885, p. 15.)

Dana, Edward. — A crystallographic study of the Thinolite of Lake Lahontan. (Bull. Unit. States Geol. Surv. Vol. II. 1885, S. 429 bis 450.) [Vergleichung mit dem Pseudogaylussit von Sangerhausen u. Literatur dazu.]

Frank, A. — Über das Staßfurter Steinsalzlager. (Sitz.-Ber. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. v. 6. Okt. 1884, i. Auszg. mitget. i. B. H. Z. 1885, S. 72.)

Gelnitz, E. — Der Boden Mecklenburgs. (Forsch. z. Deutsch. Landes- u. Volksk. I. Heft 1, 1885, S. 12—14.) [Behandelt auch die Salzvorkommen.]

Koenen, A. v. — Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland. (Jb. G. L. A. 1885, S. 53—83. Taf. I.)

Luedecke, O. — [Große Kochsalz-Krystalle und Kalnit-Krystall von Staßfurt und Schönit von Aschersleben. (Z. f. N. 58, 1885, S. 284—285 P.)

— [Über natürliche Pikromerit-Krystalle von Staßfurt.] (Z. f. N. 58, 1885, S. 490 P.)

— Beobachtungen an Staßfurter Vorkommnissen (Pinnoit, Pikromerit, Kainit und Steinsalz). (Z. f. N. 58, 1885, S. 645—662. Taf. V.)

— Notiz über Pinnoit von Staßfurt. (Z. f. N. Halle 58, 1885, S. 665.)

Ochsenius, C. — Über die Bildung von Steinsalzflötzen und Mutterlaugensalzen. (Compte rendu de la 3me Sess. de la Carte Géol. Internat. Berlin 1885, p. 63.)

Pfeiffer, E. — Bildung der Salzlager mit besonderer Berücksichtigung des Staßfurter Lagers. (Z. f. B. H. u. S. W., 33, Abh. 1885, S. 71—79; auch Chemiker-Ztg. 1884, Nr. 36 u. Arch. f. Pharm. Bd. 22.)

Vater, H. — Krystallographische Untersuchungen [an Anhydrit von Staßfurt]. (Groths Z. f. Krystallogr. 10, 1885, S. 390.)

Voigt, W. — Neue Bestimmungen der Elastizitätskonstanten für Steinsalz und Flußspat. (N. Jb. f. Min. usw. IV. Beil.-Bd. 1885, S. 228.)

Beyschlag, F. — Über Aufnahmen auf den Blättern Salzungen und Altmorschen. (Jb. G. L. A. f. 1886. Berlin 1887, S. XLI—XLV.)

Brauns, R. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Strukturflächen des Sylvins. (N. Jb. f. Min. usw. 1886, I. S. 224—233.)

Digitized by Google

Fock, M. W. — Das Vorkommen von Salz in der Provinz Schleswig-Holstein. (Schr. d. Naturf. Ver. f. Schlesw.-Holst. 6, 1886, S. 49 bis 56, m. Uebersichtskarte.)

Heyer, F. — Anhydrit-Krystalle von Douglashall. (Z. f. N. 59, 1886, S. 504. Nur Titel.)

Luedecke, O. — [Die Blaufärbung des Steinsalzes.] (Z. f. N. 59, 1886, S. 394.)

— Notiz über ein neues Vorkommnis von Blöditkrystallen [Astrakanit] im Leopoldshaller Salzwerk. (Z. f. N. Halle 59, 1886, S. 157—159 u. 270.)

Ochsenius, C. — Blaues Steinsalz aus dem Egeln-Staßfurter Kalisalzlager. (N. Jb. f. Min. usw. 1886, I. S. 177.)

— Das Kochsalz. — (Muspratts Techn. Chemie. Braunschweig 1886.)

Bauermann, H. — The salt industry of Staßfurt. (Proceed. Inst. Civ. Engineers, 83, 1887, p. 415—424.)

Beyschlag, F. — Über Aufnahmen auf Blatt Salzungen. (Jb. G. L. A. 1887, S. LIX—LX.)

Focke. — Zusammensetzung des Bodewassers vor und nach dem Einflusse der Effluvien des Kaliwerkes Douglashall im Juli 1885. (Rep. f. analyt. Chemie 1887, S. 287.)

Luedecke, O. — Neues Vorkommen großer Glauberitkrystalle von Leopoldshall und künstlicher Gaylussit von Schönebeck. (Z. f. N. Halle 60, 1887, S. 86.)

— [Krystalle faserigen Steinsalzes von Staßfurt.] (Z. f. N. 60, 1887, S. 325.)

Ochsenius, C. — Beitrag zur Erklärung der Bildung von Steinsalzlagern. (Chemiker-Ztg. 11, 1887, Nr. 56 u. f.)

Pfeiffer, E. — Beitrag zur Erklärung der Bildung von Steinsalzlagern. (Chemiker-Ztg. 1887, Nr. 90.)

— Handbuch der Kali-Industrie. Die Bildung der Salzlager von Staßfurt und Umgegend, sowie von Kalucz, und Beschreibung dieser Salzlager. Die technische Gewinnung der Kalisalze aus den natürlich vorkommenden Salzen etc. Braunschweig 1887, XVI u. 514 S.

— Über Bischofit, ein neues Mineral des Staßfurter Salzlagers, nebst Bemerkungen über Bildung der Salzlager. (Arch. d. Pharm. 1887, Bd. 5, H. 4.)

Brauns, R. — Über Ätzfiguren an Steinsalz und Sylvin. (N. Jb. f. Min. usw. 1888, I. S. 103.)

Fritsch, K. v. — [Fehlen des Jods im Staßfurter Salz und das Zechsteinmeer.] (Z. f. N. 61, 1888, S. 226—227.)

Digitized by Google

Gümbel, K. W. — Grundzüge der Geologie. Kassel 1888. [Name »Staßfurter Schichten« wird vorgeschlagen für »Oberer Zechstein«.]

Hübner. — Hartsalz mit Sylvin und blauem Steinsalz. (Z. f. N. 61, 1888, S. 658. Nur Titel.)

Janet. — Sur le traitement industriel des sels de Staßfurt. (Ann. d. mines, 8e sér., t. XIV. 1888, p. 479.)

Kraut und Launhardt. — Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. Darmstadt 1888, 57 S.)

Pfeiffer, E. — Derzeitige Verhältnisse der Kaliwerke, Vorkommen der Kalisalze in Deutschland, Tiefbohrungen darauf . . . (Arch. d. Pharm. 26, 1888.)

Reidemeister. — Beim [Soda-]Fabrikbetrieb sich bildende Mineralien. (Z. f. N. 61, 1888, S. 617—621.) [Bespricht auch den Pseudogaylussit von Sangerhausen.]

— Mineralogische Notizen. [Erwähnung der sog. Pseudomorphosen von Kalkspat nach Gaylussit von Obersdorf bei Sangerhausen.] (Jahresber. d. Naturw. Ver. Magdeburg f. 1887. 1888, S. 71; u. f. 1888. 1889, S. 95—105.)

Voigt, W. — Bestimmung der Elastizitätskonstanten von Flußspath, Pyrit, Steinsalz, Sylvin. (Pogg. Ann. N. F. 35, 1888, S. 642.)

Baumert. — Verhalten des Halleschen Salinensalzes beim Backen. (Z. f. N. 62, 1889, S. 585.)

Brauns, R. — Über Ätzfiguren am Steinsalz und Sylvin. Zwillingsstreifung an Salz von Staßfurt. (N. Jb. f. Min. 1889, I. S. 113—129.)

Bücking, H. — Mitteilungen aus dem mineralogischen Institut der Universität Straßburg. 13. Glaserit, Blödit, Kainit und Borazit von Douglashall bei Westeregeln. (Z. f. Krystallogr. usw. 15. 1889, S. 561—575; auch Mitt. a. d. Min. Institut zu Straßburg, 31.)

Diehl. Stickstoff in Staßfurter Salzen. (Chemiker-Ztg. 1889, S. 64.)

Dobenecker, O. — Die älteste Frankenhäuser Salzordnung (1493. November 30. (Zeitschr. d. Ver. f. thür. Gesch. u. Altert. zu Jena, N. F. 6, 1889, S. 503—519.)

Dunker. — Über die Temperatur-Beobachtungen im Bohrloche zu Schladebach. (N. Jb. f. Min. usw. 1889, I, S. 29—47.)

Feit, W. — Über Kaliborit, ein neues Borsäuremineral [der Kainitregion von Schmidtmannshall bei Aschersleben]. (Chemiker Ztg. 13. 1889, S. 1188.)

Fugger und Kastner. — Das Salzbergwerk Dürrenberg. 1889.

Huyssen, A. von. — Die Tiefbohrung im Dienste der Wissensch., insbesondere zur Ermittelung d. Wärme im Innern d. Erde. (Verh. d. D. Geographentags, Berlin 1889, S. 225—235.) [Sperenberg, Schladebach.]

Digitized by Google

Janet. — Über die Staßfurter Salzindustrie. (B. H. Z. 1889, S. 255—258, 282—285, Taf. V. Flg. 6—15.) Auszug aus Ann. des mines, Livr. 6 de 1888, S. 479 ff.

Lüdecke, O. — Über große Glauberitkrystalle (Brongniart) von Leopoldshall. (Z. f. N. 62, 1889, S. 325.)

— [Vorläufige Mitteilungen über ein neues Borat von Staßfurt.] (Z. f. N., Halle 62, 1889, S. 354.)

Ochsenius, C. — Über Salzlager, Mineralquellen, Salzseen usw. (34. u. 35. Ber. d. Ver. f. Naturw. Kassel. 1889.)

— Über Boracit von Douglashall und über einige Funde aus dem Mutterlaugensalzlager von dort. (N. Jb. f. Min. usw. 1889, I, S. 271—275. B.; auch Z. f. Krystallogr. 19, 1891, S. 388 ff.)

Pfeiffer, E. — Zum Vorkommen von Schwefelwasserstoff und Schwefel im Staßfurter Salzlager. (Arch. d. Pharm. 16. Jahrg., 3. Reihe, Bd. 27, H. 24, 1889, S. 1134—1137.)

[Täglichsbeck]. — Festführer zum 4. Allg. D. Bergmannstag zu Halle. 1889. [Übersicht über das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im O. B. A.-Bez. Halle und Führer durch die Stadt Halle und ihre Umgebung.[

Von 1890—1899.

Aganonof. — Borazit als optisch anomaler Krystall. (S. sess. d. nat. russ. 1890, IV. S. 15—20.)

Bergbau, Hütten- und Salinenwesen um Halle a. S. (Festschr. d. 31. Hauptvers. d. Ver. D. Ingen. Halle 1890, S. 19 ff.)

Erdmann, H. — Die chemische Technik der Provinz Sachsen. (Z. f. N. 1890, Korr.-Bl. S. 63—67.)

Lierke, E. — Die Staßfurter Kali-Industrie. 1890.

Lüdecke, O. — Über Heintzit, ein neues Borat von Leopoldshall. (Z. f. Krystallogr. usw. 18, 1890, S. 481—485; Chemiker-Ztg. 15, Nr. 14, 1891, S. 222.)

Milch, L. — Über ein neues krystallisiertes Borat von Staßfurt. (Z. f. Krystallogr. usw. 18, 1890, S. 478; kürzer in Z. d. D. G. G. 42, 1890, S. 600.)

Ochsenius, C. — Magnesit im Carnallit von Douglashall. (Chemiker-Ztg. 1890, Nr. 14, S. 19.)

Pockels, F. — Über die durch einseitigen Druck hervorgerufene Doppelbrechung regulärer Krystalle, speziell von Steinsalz und Sylvin (von Staßfurt). (Pogg. Ann. N. F. 39, 1890, S. 440.)

Strombeck, A. v. — Zur Geschichte der Saline Schöningen. (Braunschweig. Anz., 1890, Nr. 51 und 52.)

Digitized by Google

Brauns, R. — Die optischen Anomalien der Krystalle. (Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstl. Jablonowskischen Ges. zu Leipzig, 29, 1891.)

Feit, W. — Bemerkungen zu der Arbeit von O. Lüdecke: Über Heintzit, ein neues Borat von Leopoldshall. (Chemiker-Ztg. 15, 1891, S. 115.)

— Über Ascharit, ein neues Borsäure-Mineral [von Schmidtmannshall bei Aschersleben]. (Chemiker-Ztg. 15, 1891, S. 327.)

Fritsch, K. v. — Die Naturverhältnisse, insbesondere der geologische Bau der Gegend von Halle a. S. (In: Die Stadt Halle a. S. im Jahre 1891. Festschr. 64. Naturforsch.-Vers. Halle 1891, S. 25—54 m. Karte.)

Linck, G. — Ätzfiguren am Sylvin. (Tschermaks min. u. petr. Mitt. 12, 1891, S. 82—91.)

Lüdecke, O. — Über Heintzit und seine Identität mit Hintzëit und Kaliborit. (Z. f. N. 64, 1891, S. 423—430.)

Neimke. — Salmiak-Stickstoff im Staßfurter Carnallit. (Chem.-Ztg. 1891, S. 915.)

Precht, H. — Über das Vorkommen von Steinsalzkrystallen in Oktaedern und Pyramidenwürfeln im Staßfurter Salzlager. (Z. f. angew. Chemie 1891, S. 293.)

Retgers, J. W. — Über die Bildung des Thenardits und Glaserits. (N. Jb. f. Min. usw. 1891, I, S. 276—278 B.)

Steinecke, V. — Über den Einfluß der örtlichen Bodenschätze auf die Entwicklung von Halle. (Arch. f. Landes- u. Volksk. d. Prov. Sachsen usw. 1. Jahrg. 1891, S. 31—43.)

Stolle. — Vorkommen von Stickstoffverbindungen in den Staßfurter Salzen. (Z. f. angew. Chemie 1891, Nr. 20, S. 625.)

Toula, F. — Das Salzgebirge und das Meer. Wien 1891. (Vortr. d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. Wien 31, H. 17.)

Zuckschwerdt. — Langbeinit. (Z. f. angew. Chemie 1891, S. 356.)

K[osmann], B. — Kons. Alkaliwerke Westeregeln. (B. u. H. Z. 1892, S. 7.)

— Artikel Kalium. (Muspratts theoret. u. techn. Chemie 1892.)

Kreutz, F. — Blaue Farbe von Steinsalz, Anhydrit, Cölestin. (Anzeiger d. Akad. d. Wiss. zu Krakau. 1892, S. 147—152.)

Märcker, M. — Die Kalidüngung in ihrem Werte für die Erhöhung und Verbilligung der landwirtschaftlichen Produktion. Berlin 1892. [Hierin die Bildung und Erschließung der Staßfurter Kalisalze.]

Milch, L. — Über Epsomitkrystalle von Staßfurt-Leopoldshall. (Z. f. Krystallogr. usw. 20, 1892, S. 221—224.)

Peters, H. — Das Kochsalz. Kiel 1892.

Anonym. — Tiefbohrungen und Mutungen auf Salz-Mineralien in der Umgegend von Goslar a. H. (Glückauf, 29, Essen 1893, S. 1265—1266.)

Digitized by Google

Anonym. — Erfolgreiche Salzbohrungen (bei Löderburg). (Glückauf, 29, Essen 1893, S. 1283.)

— Kalisalzbohrung bei Kaiserroda. (Glückauf, 29, Essen 1893, S. 1283.)

Baumert, Erdmann, E. und Ule, W. — Der Salzgehalt des Salzigen und Süßen Sees und des Elbwassers bei Magdeburg. (Korr.-Bl. naturw. Ver. Halle 1893, S. 41—43.)

Bücking, H. — Sulfoborit, ein neues krystallisiertes Borat von Westeregeln. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1893. 2. Halbband, S. 967—972.)

Fritsch, K. v. — [Windbildungen in älteren Formationen Mitteldeutschlands.] (Korr.-Bl. naturw. Ver. Halle 1893, S. 17—18.)

— [Photographien von dem im Verschwinden begriffenen Salzigen See; neugebildetes Land in diesem; Salzboden in Erdfällen; Spalten und Erdfallzüge bei Rollsdorf.] (Korr.-Bl. naturw. Ver. Halle 1893, S. 35—36.)

—, Teuchert, Borgmann, Lüdecke. — [Der Salzgehalt des Salzigen und Süßen Sees, der Saale bei Bernburg und der Elbe bei Magdeburg.] (Korr.-Bl. naturw. Ver. Halle 1893, S. 38—39.)

Goldberg, Alwin. — Über Entstehung der Mineralquellen, insbesondere über die dabei stattfindenden chemischen Prozesse. (Ztschr. f. prakt. Geologie 1893, S. 92.) [Bildungen von Schwefel und Schwefelwasserstoff im Staßfurter Salzlager.]

Heide, K. von der. — Kaliumastrakanit, ein neues Doppelsalz von Kalium- und Magnesiumsulfat. (Ber. d. D. Chem. Ges. 26, I, 1893, S. 414.)

— Die Doppelsalze von Kalium- und Magnesiumsulfat: Schönit und Kaliumastrakanit. (Z. f. physik. Chemie. 12, H. 4, Leipzig 1893. S. 416—430.)

Kosmann, B. — Neuere Aufschlüsse im Bereiche der Kalisalzlager (neue Borate). (Z. d. D. G. G. 45, 1893, S. 167 P.)

— Übersicht der Mineralien des Staßfurter Steinsalz- und Kalisalzlagers. (B. u. H. Z. 42, 1893, Nr. 5, S. 39—40.)

— Über die Borate in den Kalisalzlagern der Umgebung des Harzes. (Z. d. D. G. G. 45, 1893, S. 167—170 P.)

— Vorkommen und Verarbeitung der sogenannten Abraumsalze. (Muspratts techn. Chemie, 4. Aufl., Bd. 4. 1893, S. 979—1054.)

Landgraf, M. — Eine Diamant-Tiefbohrung in dem bei 269,4 m Tiefe ersoffenen Schacht Nr. 2 der Kaliwerke Aschersleben. (Z. f. B. H.- u. S.-W. 40, 1893, S. 62—67.)

Naupert, A. und Wense, W. — Über einige bemerkenswerte Mineralvorkommnisse in den Salzlagern von Westeregeln. (Ber. d. D. Chem. Ges. 26, I. 1893, S. 873—875.)

Digitized by Google

Ochsenius. — Bedeutung des orographischen Elementes »Barre« in Hinsicht auf Bildungen und Veränderungen von Lagerstätten und Gesteinen. (Z. f. prakt. Geol. 1893, S. 189—201 und 217—233.)

— Salzgehalt der Bode, Saale und Elbe. (Z. f. prakt. Geol. 1893, S. 214—215.)

Walther, J. — Lithogenesis der Gegenwart. Jena 1893/94. [Besonders S. 776—800 handelt über die salinischen Ablagerungen.]

Frantzen, W. — Der Zechstein in seiner ursprünglichen Zusammensetzung und der untere Buntsandstein in den Bohrlöchern bei Kaiseroda. (Jb. G. L. A. für 1894, 15, S. 65—121.)

Keilhack, K. — Auslaugungsformen im Steinsalz der deutschen Solvay-Werke in Bernburg. (Prometheus V. 1894, Nr. 235, S. 430—431.)

Kloos. — Über die Kali-Aufschlüsse in Hannover. (Glückauf 1894, Nr. 80, S. 1438.)

Kralic, Ritter v. Wajnarowsky. — Die Verbreitung des Stein- bezw. Kalisalzlagers in Norddeutschland und die geschichtliche Entwicklung der Kali-Industrie seit ihrem 30jährigen Bestehen. Magdeburg 1894, 35 S. — 2. Aufl. 1904.

Luedecke, O. — Neues Vorkommen von Eisenboracit [im Hartsalz von Roschwitz und Bernburg]. (Z. f. N. 67, 1894, S. 367.)

Ochsenius. — Mutterlaugensalze am Dorm. (Glückauf, Essen 13. Juni 1894; auch S.-A.)

Thumann und Strohbach. — Prospekt betreffend das Kalisalzbergwerk Bernhardshall bei Salzungen im Herzogtum Sachsen-Meiningen. (o. O. u. J.) [1894].

Anonym. — Kalisalzbohrungen im Werratal bei Salzungen. (Chemiker-Ztg. 1894, S. 108, 113—124, 224—225, 882.)

Bücking, H. — Neue Mineralfunde von Westeregeln. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 28. 1895, S. 533—540.)

Ebert, Th. — Stratigraph. Ergebnisse d neueren Tiefbohrungen im oberschles. Steinkohlengebirge. (Abh. d. K. Pr. G. L.-A.. N. F. H. 19, Berlin 1895.) [Steinsalz im Miocän.]

Erdmann, H. — Über das Vorkommen von Stickstoff in Mineralien [z. B. Carnallit]. (Z. f. N. 68, 1895, S. 277—278.)

Frantzen, W. — Bericht über die Erfahrungen beim Kalibergbau in der Umgebung des Thüringer Waldes. (Jb. d. G. L. A. f. 1894, 15, S. LX—LXI. Berlin 1895.)

Kloos. — Die neueren Aufschlüsse über die Ausdehnung der Kali- und Magnesiasalzlagerstätten, mit besonderer Berücksichtigung der Provinz Hannover. (Z. f. prakt. Geol. 1895, S. 115—124.)

Köbrich. — Über die verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Streichens der Gebirgsschichten im Tiefsten eines Bohrloches. (Glückauf, 1895, S. 1312. — Organ d. Ver. d. Bohrtechn. 1896, Nr. 5 u. 6.)

Digitized by Google

Kosmann, B. — Rotes jüngeres Steinsalz aus dem Tiefbohrloche von Wehmingen bei Hannover. (B. u. H. Z. 54, 1895, S. 365—366.)

Kreutz, F. — Steinsalz und Fluorit, ihre Farbe, Fluoreszenz und Phosphoreszenz. (Anzeiger d. Akad. d. Wiss. zu Krakau, 1895, S. 118 bis 127.)

Kublerschky. — Lagerungsverhältnisse des Kalisalzwerkes Schmidtmannshall bei Aschersleben. (Mitt. geogr. Ges. Halle 1895, S. 185.)

Landgraf. — Schwefelwasserstoffgas im Schacht 2 der Aschersiebener Kaliwerke. (Arnstädter Anzeiger 1895, Nr. 41.)

Przibilla, Em. — Die Kalisalz-Industrie in Preußen. Köln a. Rh. 1895.

Regel, Fr. — Einiges über Kalibohrungen in Thüringen. (Mitt. geogr. Ges. Jena. 14, 1895, S. 68—70.)

Thumann, H. — Das Kalisalzbergwerk Bernhardshall bei Salzungen im Herzogtum Sachsen-Meiningen. (Organ d. Ver. d. Bohrtechniker 1895, Nr. 5, 2. S.)

Zimmermann, E. — Tiefbohrungen in Zechstein und Trias im südlichen Nordthüringen. (Z. f. pr. Geologie 1895, S. 499—501.)

— [Tiefbohrungen auf Kalisalz in Trias und Zechstein des südlichen Nordthüringens.] (Z. d. D. G. G. 47, 1895, S. 374 P.)

Brauns, R. — Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.

Büttgenbach, Fr. — Über die Ausdehnung der Stein- und Kalisalzlager im Herzogtum Braunschweig. (Rev. univers. d. mines 1896; Ref. mit Karten in B. u. H. Z. 1897, S. 47—48 u. 351.)

Eisel, R. — Brunnenbohrung anno 1872 auf der Höhe der sogen. Charlottenburg bei Langenberg (Erbohrung von Zechstein-Salz). (39. u. 40. Jahresber. d. Ges. v. Fr. d. Naturw. Gera 1896—1899, Gera 1900.)

Erdmann, H. — Historische Bemerkungen über Vorkommen und physiologische Bedeutung des Jods [Soolen von Dürrenberg und Kösen.] (Z. f. N. 69, 1896, S. 47—54.)

— Einwirkung der Kathodenstrahlen auf die Halogene der Alkalimetalle [Blaufärbung des Steinsalzes]. (Ebenda 69, 1896, S. 244.)

Frantzen, W. — Bericht über die Entstehung und die Verhältnisse des Kalisalzbergwerkes »Großherzog von Sachsen«, für die Gewerkschaft dieses Werkes verfaßt. (S. 6—36 einer v. d. Gewerksch. herausgegebenen Broschüre. 1896.)

Lang, O. — Über die Form und Massenverhältnisse der Salzlager. (Glückauf, 32, Essen 1896, S. 465—472 u. 484—487.

Ochsenius, C. — Laurium. (Z. f. pr. Geologie 1896, S. 196.) [Bildung feinstschichtigen Anhydritdolomits.]

Retgers, J. W. — Beiträge zur Kenntnis des Isomorphismus. XII. (Z. f. physik. Chem. 20, 1896, S. 481—546.) [Blaufärbung des Steinsalzes; Ätzfiguren an Steinsalz und Sylvin.]

Digitized by Google

Schlmpff, W. — Untersuchungen eines Sylvins (Knistersalz) von Staßfurt. (Groth's Z. f. Krystallogr. 25, H. 1. 1896, S. 92—93.)

Tenne. — Über die Krystallform des Leonits aus den Steinsalzlagern von Leopoldshall. (Z. d. D. G. G. 48, 1896, S. 632—637.)

Weinschenk, E. — Vergleichende Studien über die dilute Färbung der Mineralien [blaues Steinsalz]. (Z. f. anorgan. Chem. 12, 1896, S. 375—392.)

— Über die Färbung der Mineralien [blaues Steinsalz]. (Z. d. D. G. G. 48, 1896, S. 704—712.)

Calker, von. — Beitr. z. Kenntnis d. Pseudogaylussits. (Groths Z. f. Krystallogr. 28, 1897, S. 556—573.) [Behandelt auch die deutschen Vorkommen.]

Frantzen, W. — Aufnahmen auf Blatt Treffurt. (Jb. G. L.-A., 18, für 1897, S. XXXIX—XLIV.) [Salzführung d. Röts.]

Giesel, F. — Über künstliche Färbung von Krystallen der Haloidsalze der Alkalimetalle durch Einwirkung von Kalium- und Natriumdampf. (Ber. d. D. Chem. Ges. 30, 1897, S. 156—158.)

Kloos. — Die tektonischen Verhältnisse des norddeutschen Schollengebirges auf Grund der neuesten Tiefbohrungen im Leinetal und bei Hannover, sowie die Gliederung des Salzgebirges daselbst. (S.-A. a. d. Festschr. d. Herzogl. Techn. Hochschule Carolo-Wilhelmina, Braunschweig 1897, S. 251—273.)

Kraatz, v. — Mikroskopische Mineralien aus Steinsalz. (69. Vers. D. Naturf. u. Ärzte, Braunschweig 1897.)

Middelschulte. — Die Deckgebirgsschichten des Ruhrkohlenbeckens. (Verh. d. Naturh. Ver. Bonn, 1897, S. 205 ff. Z. f. B. H. u. S. W. 1902, S. 320—348.) [Auch das Salzgebirge.]

Ochsenius, C. — Bildung der Kalilager. (»Industrie« Jahrg. 1897, Nr. 59, 61, 64, 66, 68.)

Precht, H. — Langbeinit. (Z. f. angew. Chem. 1897, S. 68.)

Rost. — Die Abraumsalze. (Naturw. Ver. Hamburg 1897. S. 59—91.)

Thadéeff, Constantin. — Die chemische Zusammensetzung und das spez. Gewicht des Sulfoborits [von Westeregeln]. (Z. f. Krystallogr. 28, 1897, S. 264—275.)

van 't Hoff, J. H. und Meyerhoffer, W. — Untersuch. über die Bildungsverh. der ozeanischen Salzablagerungen, insbesondere des Staßfurter Salzlagers. I. Die Existenzbedingungen und Lösungsverhältnisse von Chlormagnesium und dessen Hydraten oberhalb 0°. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 69—75.)

van 't Hoff, J. H. — Untersuchungen usw. II. Die Existenzbedingungen und Löslichkeitsverhältnisse von Chlormagnesium und dessen Hydraten unterhalb 0°. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 137—141.)

Digitized by Google

van 't Hoff, J. H. — Untersuchungen usw. III. Die Existenzbedingungen und Löslichkeitsverhältnisse von Carnallit. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 487—507.)

— und Kenrick, F. B. — Untersuchungen usw. IV. Die Existenzbedingungen und Löslichkeitsverhältnisse von Tachhydrit. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 508—515.)

— und Meyerhoffer, W. — Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse usw. V. Das Auskrystallisieren der Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei 25°. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 1019—1034.)

— und Donnan, F. G. — Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse usw. VI. Die Maximaltension der gesättigten Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei 25°. (S.-B. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1897, S. 1146—1151.)

Walch. — Das Salzunger Salzwerk. Mitgeteilt und fortgeführt bis zur Gegenwart von Dr. L. Hertel. (Heft 27—29 d. Schriften d. Ver. f. Sachs.-Mein. Gesch. u. Landesk. 1897 u. 1898.)

Anonym. — Blaufärbung des Steinsalzes. (Z. f. pr. Geol. 1898, S. 152.) [Mit Literatur.]

Blümel, E. — [Nekrolog auf] Geh. Bergrat Ernst Leuschner †. Mansfelder Blätter, 12, 1898, S. 214—222. [Geschichte der Geologie; Mansfelder Bergbau; Salziger See und dortige Kalilager.]

Endriß, K. — Die Steinsalzformation im Mittl. Muschelkalk Württembergs. Stuttgart 1898. 106 S.

Kloos. — Über die durch die neuesten Tiefbohrungen auf Kalisalz aufgedeckten Verschiebungen. (11. Jahresber. d. Ver. f. Naturw. Braunschweig 1898, S. 110—116.)

— Die geologischen Verhältnisse d. Umgegend von Hannover u. im Leinethale und die Gliederung des dortigen Salzgebirges. (Organ d. Ver. d. Bohrtechn. 1898, Nr. 2.)

— Über die Ergebnisse der Tiefbohrungen auf Kalisalze im Leinethale. (N. Jb. f. Min. etc. 1898, S. 61.)

— Nochmals die Lagerung der Schichten im Leinethale. (Ebenda, S. 155.)

Liversidge. — [Goldgehalt in Salzen und Mutterlaugen.] (Proceed. Chem. Soc. 13, 1898, S. 22.)

Luedecke, O. — Über Langbeinit, den ersten Vertreter der tetraedrisch-pentagondodekaedrischen Klasse unter den Mineralien. (Z. f. Krystallogr., 1898, S. 255—261; vergl. auch Chemiker-Ztg 1897, S. 264.)

Mertens, A. — Ausdehnung der den Harz umgebenden Zechsteinsalzlager. (Mitt. Ver. f. Erdk. Halle 1898, S. 223.)

Digitized by Google

Precht, H. — Sekundäre Salzbildungen im Kalisalzlager. (Z. d. Ver. D. Ingen. 42, 1898, S. 677.)

van't Hoff, J. H., und Saunders, A. P. — Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse usw. VII. Die Lösungen von Magnesiumchlorid usw. bei 25°. Quantitativer Teil: 1) Thenardit, Glaserit und Sulphohalit. (Sitz.-Ber. d K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1898, S. 387—393.)

— und Estreicher-Rozbierski, T. — Untersuchungen usw. VIII. Die Lösungen von Magnesiumchlorid usw. bei gleichzeitiger Sättigung mit Chlornatrium bei 25°. Qualitativer Teil. 2) Magnesiumsulfatpenta- und -tetrahydrat. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1898, S. 487—490.)

—, Meyerhoffer, W. und Donnan, F. G. — Untersuchungen usw. IX. Die Lösungen von Magnesiumchlorid usw. Quantitativer Teil: 1) Die Umrandung des Sättigungsfeldes (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1898, S. 590—597.)

Branco, W. — Das Salzlager bei Kochendorf a. Neckar. (Württemb. Jahresh. 1899, S. 133—230. — Z. f. prakt. Geol. 1899, S. 295 ff.)

Fraas, E. — Die Bildung der germanischen Trias. Eine petrogenetische Studie. (Württemb. Jahresh. 1899, S. 36—100).

Fraas, E. u. Branco, W. — Erklärungen gegen die Erwiderungen von Miller, Lueger u. Endriß. (Ebda 1899, S. 480—471.)

Lang, Otto. — Die Salzlager im nordwestdeutschen [Kohlen-]Keuper. (B. H. Z. 1899. S. 1—4, 61—64, 85—88, 109—111, 157—159.) [Behandelt viel mehr als der Titel angibt.]

— Kalisalzlager. (Nat. Wochenschr. 14, 1899, Nr. 17, 18 und 19, S. 189—193, 201—207, 213—218); auch S.-A., Berlin 1899. 48 S.

Miller, Lueger und Endriß — Erwiderungen gegen die Ausführungen des Herrn Branco betr. Steinsalzgebirge im Mittl. Muschelkalk Württembergs. (Württemb. Jahresh. 1899, S. 447—469.)

Paxmann. — Die Kali-Industrie in ihrer Bedeutung und Entwicklung von privat- und nationalwirtschaftlichen Gesichtspunkten. Staßfurt 2. Aufl. 1899, 128 S.

Precht, H. — Kalisalze, primäre und sekundäre. (Z. f. angew. Chemie 1899, S. 186.)

Reis, O. M. — Das Salzlager des mittleren Muschelkalks am Neckar. (Z. f. prakt. Geol. 1999, S. 153 ff.)

Schützmeister. — Saline Dürrenberg. (Mitt. d. Ver. f. Erdk. Halle 1899, S. 160—161.)

van't Hoff und Percy Williams. — Untersuchungen etc. X. Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat etc. und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25°. Quali-

Digitized by Google

tativer Teil: 3) Das Auftreten von Kaliastrakanit (Leonit) bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 808—813.)

van 't Hoff und Meyerhoffer. — Untersuchungen etc. XI. wie X. Quantitativer Teil. 2) Die Krystallisationsbahnen und der Krystallisations-Endpunkt. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 814—822.)

— und Dawson. — Untersuchungen etc. XII. Das Magnesiumsulfat-fünfviertelhydrat. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 340—343.)

— und Meyerhoffer. — Untersuchungen etc. XIII. Das Eintrocknen des Meerwassers bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 377—383.)

— und Dawson. — Untersuchungen etc. XIV. Einfluß des Druckes auf die Tachhydritbildung. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 557—562.)

— und Chiaraviglio, D. — Untersuchungen usw. XV. Die Bildung von Glauberit bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 810—818.)

— und Kassatkin, N. — Untersuchungen usw. XVI. Das Magnesiumkaliumsulfatfünfviertelhydrat. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1899, S. 951—953.)

—, Wilson und Harold, A. — Untersuchungen etc. XVII. Eine Beziehung in der Zusammensetzung der bei 25° an Chlornatrium und Chlorkalium gesättigten Lösungen. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 52, 1899, S. 954—955.)

— und Meyerhoffer, W. — Über Anwendung der Gleichgewichtslehre auf die Bildung ozeanischer Salzablagerungen, mit besonderer Berücksichtigung des Staßfurter Salzlagers. T. I, 1898. T. II: Über die Gleichgewichtsverhältnisse des Carnallits. (Z. f. physik. Chemie 1899.)

Deutschlands Kaliindustrie. Gratis-Beilage der »Industrie«. Berlin und Essen 1899 und 1900, 62 Nrn., 250 S., Fol.

Von 1900—1907.

Ammon, Ludwig von. — Über eine Tiefbohrung durch den Buntsandstein und die Zechsteinformation bei Mellrichstadt a. d Rhön. (Geognost. Jahreshefte, 13. München 1900, S. 149—194.

Beyschlag, F. und Fritsch, K. v. — Das jüngere Steinkohlengebirge und das Rotliegende in der Provinz Sachsen und den angrenzenden Gebieten. (Abh. d. K. Pr. G. L.-A., N. F. H. 10, Berlin 1900, 263 S.) [Tiefbohrungen Schladebach und Dürrenberg.]

Fürer, F. A. — Salzbergbau- und Salinenkunde. Braunschweig 1900, XXII u. 1124 S.

Digitized by Google

Lang, Otto. — Deutschlands Kalisalzlager. S. A. aus »Chem. Industrie«, Berlin 1900, R. Gärtner, 62 S.

Lorenz, G. — Gerhard v. Alvensleben's Topographie des Erzstifts Magdeburg (1655). Ein Beitrag zur historischen Landeskunde der Provinz Sachsen. Inaug.-Diss. Halle 1900, 65. S. [Enthält auch Angaben über Salzbergwerke.]

Rinne, F. — Über den Einfluß des Eisengehaltes auf die Modifikationsänderung des Borazits. (N. Jb. f. Min. etc. 1900, II, S. 108—116.

Thürach, H. — Über die mögliche Verbreitung von Steinsalzlagern im nördlichen Bayern. (Geognost. Jahresh. 13, München, 1900, S. 107—148.)

van't Hoff und Armstrong, E. F. — Untersuchungen etc. XVIII Gyps und Anhydrit. 1) Das Halbhydrat von schwefelsaurem Kalk $CaSO_4 . {}^1/_2 H_2O$. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, S. 559—576.)

— und Euler-Chelpin, H. v. — Untersuchungen etc. XIX. Die Maximaltension der Lösungen von den Chloriden und Sulfaten des Magnesiums und Kaliums bei gleichzeitiger Sättigung mit Chlornatrium bei 25° und das Auftreten von Kainit bei dieser Temperatur. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, S. 1018—1022.)

— und Wilson, H. A. — Untersuchungen etc. XX. Die Bildung von Syngenit bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, S. 1142—1149.)

Vater, H. — Einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrites. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin XVIII, 1900, S. 269—294.)

Walther, J. — Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. Berlin 1900.

Zimmermann, E. — Erläuterungen zu Blatt Rüdersdorf. 2. Aufl. Geol. Spezialkarte von Preußen etc. 1:25000. Berlin 1900. [Tiefbohrergebnisse.]

Basch, E. E. — Die künstliche Darstellung und die Bildungsverhältnisse des Polyhalits. Inaug.-Diss. Berlin 1901, 35 S.

Bücking, H. — Große Carnallitkrystalle von Beienrode. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin XXIV, 1901, S. 539—542.)

Eck, H. — Salzschlirf unweit Fulda, Beiträge zur Kenntnis der geognost. Verhältnisse, seiner Umgebung und seiner Heilquellen. (Jb. G. L.-A. Bd. 22, f. 1901, S. 203—292.)

Frech, F. — Lethaea geognostica I, Lief. 3. Die Dyas. Stuttgart 1901, S. V u. 435—578.

Fritsch, K. v. — Exkursion in die Umgebung von Halle unter Führung von —. (Z. d. D. G. G. 53, 1901, P. S. 66—87. [Solvayhall.]

Digitized by Google

Fritsch, K. v. — [Die Halleschen Salzquellen kommen aus Mittlerem Zechstein.] Sitz.-Ber. naturw. Ver. Sachsen u. Thüringen 1901.

Hundt. — Steinkohlenablagerungen des Ruhrkohlenbeckens. Festschr. z. VIII. Allg. D. Bergmannstag, Dortmund 1901, S. 1—31. [Behandelt auch das Deckgebirge (Zechstein usw.).]

Joly, O. — An estimate of the geological age of the earth. Smithson. Inst., Ann. Rep. for 1899, P. 247. Washington 1901. [Massenverhältnisse der Salze im gesamten Ozeanwasser.]

Liercke. — Die Kalisalze, deren Gewinnung, Vertrieb und Anwendung in der Landwirtschaft. Staßfurt 1901, 22 S., 12 Taf., 2 Profile.

Müller, G. — Zur Kenntnis der Dyas- und Triasablagerungen im Ruhrkohlenrevier. (Z. f. prakt. Geol. 1901, S. 385—387.)

Ochsenius. — Einige neue Vorkommen in der Kaliregion des oberen Zechsteins von Norddeutschland. (Sitz.-Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg 1901, Nr. 8, Juli, S. 101—105.

— Vortrag über Stein- und Edelsalze. Marburg. Naturf.-Ges.? 1901, S. 143—159.

Reis, O. M. — Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Steinsalzbohrungen zwischen Burgbernheim und Schweinfurt. (Geogr. Jahresh. 14, München 1901, S. 23—127.)

van't Hoff, J. H. — Über das Auskrystallisieren komplexer Salzlösungen bei konstanter Temperatur unter besonderer Berücksichtigung der natürlichen Salz-Vorkommnisse. (Z. f. angew. Chemie 14, 1901, S. 531—537.)

— La formation de l'anhydrite naturelle et le rôle du temps dans les transformations chimiques. (Arch. Néerl. d. sc. exact et nat. sèr. II, t. VI, 1901, p. 471—489.)

— Über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. (Naturw. Wochenschr. 16, 1901, S. 73—78.)

— und Meyerhoffer. — Untersuchungen etc. XXI. Die Bildung von Kainit bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1901, S. 420—427.)

—, Hinrichsen, W. und Weigert, F. — Untersuchungen usw. XXII. Gyps und Anhydrit. 2. Der lösliche Anhydrit. (S.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1901, Nr. 25, S. 570—578.)

—, Meyerhoffer und Smith, N. — Untersuchungen usw. XXIII. Das Auftreten von Kieserit bei 25°. Abschluß und Zusammenfassung der bei Sättigung an Chlornatrium bei 25° und Anwesenheit der Chloride und Sulfate von Magnesium und Kalium erhaltenen Resultate. (S.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1901, S. 1034—1044.)

— und Weigert, F. — Untersuchungen usw. XXIV. Gyps und Anhydrit. 3. Der natürliche Anhydrit und sein Auftreten bei 25°. (S.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1901, S. 1140—1148.)

Digitized by Google

van 't Hoff, J. H., Kenrick und Dawson. — Die Bildung von Tachhydrit. (Z. f. physik. Chemie 39, 1901, S. 27—63.)

Kalecsinszky, A. von — Über die ungarischen warmen und heißen Kochsalzseen. (Földtanj Közlöni, 31, 1901, S. 409—431.

Wender, N. — [Kohlensäurequelle von Bernhardshall bei Salzungen.] (Die Kohlensäureindustrie, Berlin 1901, S. 82.)

Ergebnisse von Tief- und Flachbohrungen [nach Untersuchungen in der Geolog. Landesanstalt]. (Jb. G. L. A. f. 1901, S. LXXXIV—CXVIII.)

Brackebusch, L. — Übersichtskarte der Kaliunternehmungen in Nordwestdeutschland (Fachzeitschrift Industrie.) Berlin 1902.

Bücking, H. — Sulfoborit von der Asse. (Z. f. Krystallogr. 36, 1902, S. 156.)

Frank, A. — Das Jubiläum des Staßfurter Salzbergbaues. (Zeitschr. f. angew. Chemie 1902, S. 265—278 m. 1 Fig.)

— Anfang und Entwicklung des Kalibergbaues und der Kali-Industrie. (Verh. d. Ver. f. Gewerbfl. 1902, S. 233—266.)

Grupe, O. — Die geologischen Verhältnisse des Elsas, des Hombrugwaldes, des Vogiers und ihres südlichen Vorlandes. Inaug.-Diss. Göttingen 1902. — [Mit Tiefbohrergebnissen.]

Hornung, Ferd. — Die Regionalmetamorphose am Harze, ihr Wesen, ihre Ursache, ihr Zeitalter. Ein Beitrag zur Kenntnis der deutschen Dyas. Stuttgart 1902, 121 S.

Kloos. — Über die Bohrungen auf Kalisalze im Norden der Stadt Braunschweig. (12. Jahresber. d. Ver. f. Naturk. Braunschweig 1899—1901, S. 60—64. Braunschweig 1902.)

— [Über die Ergebnisse einer Bohrung auf Kalisalze bei Vörin an der Bahn Hannover-Altenbeken. (12. Jahresber. d. Ver. f. Naturk. Braunschweig 1899—1901, S. 65—67. Braunschweig 1902.)

Kuhlerschky. — Über ein eigentümliches Salzvorkommen im sogen. Magdeburg-Halberstädter Becken [Vanthoffit und Langbeinit]. Sitz.-Ber. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin, 1902, S. 404—415.)

Ochsenius, C. — Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther, Berlin 1900. (Zentralbl. f. Min. 1902, S. 551—562, 577—590, 620—633.)

— Über die Temperatur in der Tiefe des ehemaligen Kalibusens unter der norddeutschen Ebene. (Montanmarkt 1902, Nr. 405. S. 2—3.)

— Zur Bildung der Steinsalzlager. (Industrie 1902, Nr. 85, S. 111—112.)

— Steinsalz und Kalisalze. (Z. d. D. G. G. 54. 1902. 608—621.)

Reis, M. O. — Die Tiefbohrungen auf Steinsalz in Baden im Vergleich mit denen in Franken. (Z. f. prakt. Geol. 1902, S. 187—190.)

Rinne, F. — Koenenit. (Zentralbl. f. Min. 1902, S. 493—499.)

Digitized by Google

Sachs, A. — Beiträge zur Kenntnis der Krystallform des Langbeinits und zur Auffassung der Tetartoedrie im regulären System. (S.-B. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, S. 376—379.)

Schwen. — Die Gipsgebirge der preuß. Provinz Sachsen. (Die Provinz Sachsen in Wort und Bild, 2. Bd., S. 37—43, Leipzig 1902.)

Strandmark, J. E. — Leonit aus Leopoldshall. (Z. f. Krystallogr. 36, 1902, S. 461—465).

van't Hoff, J. H. — Acht Vorträge über physikalische Chemie, gehalten zu Chicago. Braunschweig 1902.

—, Meyerhoffer und Cottrell, F. G. — Untersuchungen usw. XXV. Die Bildung von Langbeinit und deren untere Temperaturgrenze in den Salzlagern bei 37°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, S. 276—282.)

— und o'Farelly, A. — Untersuchungen usw. XXVI. a) Die Bildung von Löweit und deren untere Temperaturgrenze bei 43°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, S. 370—375.)

— und Bruni, G. — Untersuchungen usw. XXVII. Die künstliche Darstellung von Pinnoit. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, S. 805—807.)

— Untersuchungen usw. XXVIII. Die künstliche Darstellung von Kaliborit. (S. B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, S. 1008—1012.)

— und Meyerhoffer. — Untersuchungen usw. XXIX. Die Temperatur der Hartsalzbildung. (S.-B. d. K. Pr. Akad. der Wiss. 1902, S. 1106—1109.)

Westphal, J. — Geschichte des Kgl. Salzwerkes zu Staßfurt unter Berücksichtigung der allgemeinen Entwicklung der Kali-Industrie. Denkschrift aus Anlaß des 50-jähr. Bestehens des Staßfurter Salzbergbaues. Im amtl. Auftrage verfaßt. (Z. f. B. H. u. S. W. 50, 1902, S. 1—91, auch gesondert erschienen. Berlin 1902.)

Zimmermann, E. — Geologie des Herzogtums Sachsen-Meiningen. (S.-A. aus: Neue Landeskunde des Herzogt. S.-Meiningen, Heft 4, Hildburghausen 1902, S. 319—493.)

Deutschlands Kaliindustrie. Herausgegeb. vom Verlag der »Industrie«. Berlin 1902. 411 S.

Behme, Fr. — Geologischer Führer durch die Umgebung der Stadt Harzburg, einschließlich Ilsenburg, Brocken, Altenau, Oker und Vienenburg. 2. Aufl. Hannover und Leipzig 1903, 151 S.

Geiger, A. — Künstliche Darstellung des Krugits. (S.-Ber. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, S. 1123—1126.)

Hintz, Ernst. — Chemische Untersuchung der Soolquelle zu Wilhelmsglücksbrunn bei Creuzburg a. d. Werra. Wiesbaden 1903, 24 S.

Digitized by Google

Kohler. — Adsorptionsprozesse bei der Salzlagerstättenbildung. (Z. f. prakt. Geol. 11, 1903, S. 52 und 58.)

Krahmann, M. — Fortschritte der praktischen Geologie, 1. Bd. 1893—1902. Zugleich Generalregister d. Zeitschr. f. prakt. Geologie, Jahrg. 1—10, 1893—1902. Berlin 1903, 410 S.

Löwe, L. — Über sekundäre Mineralbildungen auf Kalisalzlagern. (Z. f. prakt. Geol. 11, 1903, S. 331—356.)

Meyerhoffer, W. — Über tetragene Doppelsalze mit besonderer Berücksichtigung des Kainits. (Z. f. anorgan. Chem. 34, 1903, S. 145—173.)

Ochsenius. Blaues Steinsalz. (Zentralbl. f. Min. 1903, Nr. 12, S. 381—382.)

— Die Entstehung von Salz und Gyps durch topographische und klimatische Ursachen. (Zentralbl. f. Min. 1903, S. 416—420)

— Heldrungen (Kalibetten). (»Industrie«, Nr. 276. Berlin 1903, S. 1.)

Paxmann. — Die Kaliindustrie. Betrachtungen zu ihrer neueren Entwicklung. Berlin 1903.

— Salzbergbau und Salinenwesen. (Handb. d. Wirtschaftsk. Deutschlands. Leipzig 1903, S. 140—179.)

Schulz-Briesen. — Das Deckgebirge des rheinisch-westfälischen Karbons. (»Glückauf«, 38. 1903, S. 1093—1104.)

van't Hoff, J. G. — Die physikalische Chemie u. die Geologie. (Naturw. Rundschau, 18, 1903, S. 4—7, 18—21.)

— und Barschall, H. — Untersuchungen usw. XXX. Die isomorphen Mischungen: Glaserit, Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonyit. (S.-B. d. K. Pr. Akad. Wiss. Berlin 1903, S. 359—371.)

—, und Just, G. — Untersuchungen usw. XXXI. Die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei 46°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, S. 499—503.)

— und Meyerhoffer. — Untersuchungen usw. XXXII. Die obere Existenzgrenze von Schönit, Magnesiasulphathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, S. 678—684.)

— und Farup, F. — Untersuchungen usw. XXXIII. Das Auftreten der Kalksalze: Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Polyhalit bei 25°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, S. 1000—1010.)

Walther, Johannes. — Die Entstehung von Salz und Gyps durch topographische oder klimatische Ursachen. Eine Entgegnung. (Zentralb. f. Min. 1903, S. 211—217.)

Hagen, M. — Auftreten und Ausdehnung der Kalisalzlagerstätten in Deutschland. (5. Internat. Kongreß f. angew. Chemie, Bd. I, S. 653—661. Berlin 1904.

Hornung, F. — Formen, Alter und Ursprung des Kupferschiefererzes. Zur Beurteilung der Mineralbildungen der Salzformation. (Z. d. D. G. G. 56, 1904, S. 207—217.)

Digitized by Google

Hornung, F. — Halurgometamorphose. (Z. d. D. G. G. 56, 1904, Monatsber. Nr. 5, S. 57—61.)

— Kali-Absorption durch Gesteine (Halurgometamorphose). (Z. f. prakt. Geol. 12. 1904, S. 106.)

— Kaliabsorption durch Gesteine (Halurgometamorphose). (Industrie Nr. 18, 22. Jan. 1904.)

Hoyer. — Lagerstättengeologie der Provinz Hannover und der angrenzenden Landstriche. (Org. d. Ver. d. Bohrtechn. Nr. 20 und 21, Wien 1904.)

Kalecsinsky, A. v. — Über die Akkumulation der Sonnenwärme in verschiedenen Flüssigkeiten. (Mathem. u. Naturw. Ber. aus Ungarn. 21. Leipzig 1904.)

Koenen, A. von. — Über die Buntsandsteinwüste. (Zentralbl. f. Min. 1904, S. 107.)

Ochsenius. Besuch auf dem Kaliwerk Großherzog von Sachsen in Dietlas. (D. Bergw.-Ztg. Nr. 151, 1904.)

Ochsenius. — Über sekundäre Mineralbildung auf Kalisalzlagern. (Z. f. prakt. Geol. 1904, S. 23.)

— Formation of Rocksaltbeds and Motherliquor Salts with North German potash salts. Berlin 1904, 21 p.

— Die ersten Versteinerungen aus Tiefbohrungen in der Kaliregion des norddeutschen Zechsteins. (Z. d. D. G. G. 56, 1904, S. 72—80 B.)

— Accessorische Gypskryställchen in einem dolomitischen Kalkstein. (Industr. Ztschr. »Tiefbohrwesen«, Nr. 23, 1904.)

Przibylla, K. — Das spezifische Gewicht des Sylvins, des Bischofits und des Carnallits und die Bildung des letzteren aus seinen Komponenten. (Zentralbl. f. Min. 1904, S. 234—241.)

Rinne, F. — Plastische Umformung von Steinsalz und Sylvin unter allseitigem Druck. (N. Jahrb. f. Min. 1904, I, S. 114—122).

Schulz-Briesen, B. — Die linksrheinischen Kohlen- und Kalisalzaufschlüsse und das Minettelager der Bohrung Bislich. (Glückauf 40. Jahrg., Essen 1904, S. 361—370.)

van 't Hoff, Grassi, U. und Denison, R. B. Untersuchungen etc. XXXIV. Die Maximaltension der konstanten Lösungen bei 83°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 518—521.)

—, Sachs, H. und Biach, O. — Untersuchungen etc. XXXV. Die Zusammensetzung der konstanten Lösungen bei 83°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 576—586.)

— und Meyerhoffer. — Untersuchungen etc. XXXVI. Die Mineralkombinationen (Paragenesen) von 25—83°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 650—670.)

Digitized by Google

van 't Hoff, J. H. — Untersuchungen etc. XXXVII. Polyhalit und Krugit bei 83°. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d Wiss. Berlin 1904.)

— und Voerman, G. L. — Untersuchungen usw. XXXVIII. Die Identität von Mamanit und Polyhalit. (Sitz.-Ber. d. K. Pr Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 984—986.)

— und Meyerhoffer, W. — Untersuchungen usw. XXXIX. Bildungstemperaturen unterhalb 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 1418—1421.)

Zimmermann, E. — Marine Versteinerungen aus der Kaliregion des norddeutschen Zechsteins. (Z. d. D. G. G. 56. 1904. S. 47—52 P.)

Baumgärtel, B. — Blaue Kainitkrystalle vom Kalisalzwerk Asse bei Wolfenbüttel. (Zentralbl. f. Min. 1905, S. 449—452.)

Dölter, C. — Physikalisch-chemische Mineralogie. (Bd. II, Handb. d. angew. physik. Chem. Leipzig 1905, 272 S.) [Behandelt auch die Bildung von Carbonaten, Anhydrit und Salzlagern.]

Koenen, A. v. — Über Wirkungen des Gebirgsdruckes im Untergrunde in tiefen Salzbergwerken. (Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. Göttingen 1905, S. 1—18 und Z. f. pr. Geologie 13, 1905, S. 157—167.)

— Zur Entstehung der Salzlager Nordwestdeutschlands. (Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. Göttingen 1905, H. 4, 4 S.)

Nettekoven, A. und Geinitz, E. — Die Salzlagerstätte von Jessenitz i. M. (Mitt. d. Meckl. Geol. Landesanst, 18, Rostock 1905, 17 S.

Ochsenius, C. — Geologische und chemische Bildungsverhältnisse der Kalilager. (Z. f. prakt. Geol. 1905, S. 167—179)

Precht, H. — Über die im Kalisalz stattgefundene Oxydation des Eisenchlorürs durch Wasserzersetzung unter Bildung von Wasserstoff. (Z. f. angew. Chemie 18, 1905, S. 1935—1936.)

Stahlberg, W. — Der Karabugas als Bildungsstätte eines marinen Salzlagers. (Naturw. Wochenschr. 20, Nr. 44, 1905, S. 689—698.)

van 't Hoff. — Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. 1. Heft. Braunschweig 1905, 85 S.

Anonym. — Kalisalze der Thüringer Gewerkschaft Großherzog von Sachsen. (Z. f. prakt. Geol. 13, 1905, S. 191—192.)

Anonym. — Handbuch der Kaliwerke, Salinen-, Erdöl- und Tiefbohrunternehmungen. Berlin, Jahrgänge 1905, 1906, 1907.)

van't Hoff, J. H., und Lichtenstein, L. — Untersuchungen usw. XL. Existenzgrenze von Tachhydrit. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 232—235.)

— Voermann, L. G., und Blasdale, W. C. — Untersuchungen usw. XLI. Die Bildungstemperatur des Kaliumpentacalciumsulfats. (Sitz.-Ber d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 305—310.)

— Untersuchungen usw. XLII. Die Bildung von Glauberit. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 478—483.)

Digitized by Google

van 't Hoff, J. H., und Blasdale, W. C. — Untersuchungen usw. XLIII. Der Calciumgehalt der konstanten Lösungen bei 25°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 712—714.)

— und d'Ans, J. — Untersuchungen usw. XLIV. Existenzgrenze von Tachhydrit bei 83°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 913—916.)

— und Blasdale, W. C. — Untersuchungen usw. XLV. Das Auftreten von Tinkal und oktaedrischem Borax. (Sitz.-Ber. d K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1905, S. 1086—1090.)

Bernau, K. — Die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Halle a/S. Halle 1906.

Bruhns, W. — Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche. Auf Grundlage des gleichnamigen v. Dechen'schen Werkes [1873] neu bearb. unter Mitwirkung von H. Bücking. Berlin 1906. 770 S. [Steinsalz, Kalisalze u. Soolquellen nur auf S. 593—629.]

Buschmann, J. O. v. — Das Salz, dessen Vorkommen und Verwertung in sämtlichen Staaten der Erde. Bd. II: Asien, Afrika, Amerika, Australien mit Ozeanien. Leipzig 1906.

Ehrhardt, R. — Die norddeutsche Kaliindustrie von Prof. Precht. (6. Aufl. 62 S. mit 1 Karte u. 1 Profiltafel, Staßfurt 1906; 7. Aufl. ebenda 1907.)

Fresenius, H. — Chemische und physikalisch-chemische Untersuchung der Soolquelle von Bad Sooden-Werra. Wiesbaden 1906.

Friedrich, K. — Untersuchungen über den Goldgehalt von Gebirgsproben und Solen deutscher Salzlagerstätten. (Metallurgie, 3, 1906, S. 627—630.)

Jänecke, E. — Über die Theorie des Entstehens der Kalilager aus dem Meereswasser. (»Glückauf« 1906, S. 50—53 u. Z. f. angew. Chem. 19, 1906, S. 7—14, 8 Flg.)

— Über eine neue Darstellungsform der wäßrigen Lösungen zweier und dreier gleichioniger Salze, reziproker Salzpaare und der van't Hoff-schen Untersuchungen über ozeanische Salzablagerungen. (Z. f. anorg. Chem. 51, 1906, S. 132—157.)

Kalitag, Bericht über den zweiten Deutschen — zu Staßfurt 1906. (Z. f. angew. Chemie 1906, S. 1158—1168.)

Koenen, A. v. — Anschauungen über die Bildung der Kalisalzlagerstätten. (Deutschlands Kaliindustrie (Beilage zur Tageszeitung »Industrie«). 2. Aufl. . 1906, S. 98—100.)

Krümmel, O. — Handbuch der Ozeanographie, 2. Aufl., Bd. 1. Die räumlichen, chemischen und physikalischen Verhältnisse des Meeres. Stuttgart 1906.

Mügge, O. — Über die Krystallform und Deformationen des Bischofits und der verwandten Chlorüre von Kobalt und Nickel. (N. Jahrb. f. Min. 1906, I, S. 91—112.)

Digitized by Google

Mügge, O. — Zur Hemiëdrie des Sylvins. (Zentralbl. f. Min. 1906, S. 259—261.)

Nacken, R. — Über die Bildung und Umwandlung von Mischkrystallen und Doppelsalzen in den binären Systemen der dimorphen Sulfate von Lithium, Natrium, Kalium und Silber. (N. Jahrb. f. Min., 24. Beil.-Bd. 1906, S. 1—68.)

Ochsenius. — Theorien über die Entstehung der Salzlager. (Deutschlands Kaliindustrie (Beilage zur Tageszeitung »Industrie«). 2. Aufl. 1906, S. 1—8.)

Precht, H. — Die Entwicklung der Kali-Industrie. Zur Erinnerung an die vor 50 Jahren erfolgte bergmännische Erschließung des Staßfurter Kalisalzlagers. (Z. f. angew. Chem. 19, 1906, S. 1—7.)

Rinne, F. — Die geologischen Verhältnisse der deutschen Kalisalzlagerstätten. Gemeinverständlich dargelegt. Vortrag in d. Hannoverschen Handelskammer. Hannover 1906, 24 S.

Tornquist, A. — Anschauungen über die Bildung der Kalisalzlagerstätten Deutschlands. (Deutschlands Kaliindustrie (Beilage zur Tageszeitung »Industrie«). 2. Aufl. 1906, S. 93—97.)

van't Hoff, J. H., Farup, P., und d'Ans, J. — Untersuchungen usw. XLVI. Anhydrit, Syngenit, Glauberit und Pentasalz bei 83°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1906, S. 218—224.)

— und d'Ans, J. — Untersuchungen usw. XLVII. Polyhalit und Krugit bei 83°. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1906, S. 412—419.)

— Untersuchungen usw. XLVIII. Existenzgebiet und Spaltung von Boronatrocalcit, Tricalciumpentaborat; die künstliche Darstellung von Pandermit. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1906, S. 566—574.)

— Untersuchungen etc. XLIX. Künstliche Darstellung von Colemanit. (S.-B. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1906, S. 689—693.)

Bäderbuch, Deutsches, bearbeitet unter Mitwirkung d. kaiserl. Gesundheitsamtes. Mit 13 Taf. graphischer Darstellungen von Quellenanalysen usw. Leipzig 1907, VII + CIV + 535 S.

Cornu, F. — Über Pleochroismus, erzeugt durch orientierten Druck am blauen Steinsalz und Sylvin. (Zentralbl. f. Min. 1907, S. 166—168.)

Ehrhardt, R. — Die Kali-Industrie. (Bibliothek d. ges. Technik, Bd. 26.) Hannover 1907, 76 S.

Erdmann, H. — Die Katastrophe von Mansfeld und das Problem des Coloradoflusses. Ein Beitrag zur Geschichte der Salzseen und Salzsteppen. (Petermn. Mitt. 53. Gotha 1907, S. 42—46. Mit einer Karte auf Taf. IV.)

Harbort, E. — Ein geologisches Querprofil durch die Kreide-, Jura- und Triasformation des Bentheim-Isterberger Sattels. (Von Koenen-

Digitized by Google

Festschrift. Stuttgart. 1907, S. 471—515.) [Nachweis von Steinsalz im Münder Mergel und im Röt bei Bentheim.]

Jänecke, E. — Über eine neue Darstellungsform der van 't Hoffschen Untersuchungen über ozeanische Salzablagerungen II. (Z. f. anorg. Chem. 52, 1907, S. 358—367) und III, Schluß. (Ebenda 53, 1907, S. 319—326.)

— Ergänzung zu der neuen Darstellungsform der van't Hoffschen Untersuchungen. (Ebenda 54, 1907, S. 319—321.)

»Kali«. Zeitschrift für Gewinnung, Verarbeitung und Verwertung der Kalisalze. Herausgegeben vom Verein der deutschen Kali-Interessenten. 1. Jahrg. Halle 1907.

Kalitag, Ausführlicher Bericht über den III. Deutschen — zu Hildesheim, zusammengestellt von A. Weiskopf. (Z. f. angew. Chemie, 20, 1907, S. 1025—1070.) [Mit Vorträgen und Berichten von Gräfe, Rinne, Grässner-Schreiber, Weigelt, Mehner und Kubierschky.]

Kubierschky, K. — Die deutsche Kali-Industrie. Halle 1907, 122 S.

Riemann, Carl. — Die Entstehung der Salzlager. (Kali, Zeitschr. f. Gewinnung usw. der Kalisalze. 1907, S. 2—7, 21—23.)

Rinne, F. — Über die Umformung von Carnallit unter allseitigem Druck im Vergleich mit Steinsalz, Sylvin und Kalkspat. (v. Koenen-Festschrift, Stuttgart 1907, S. 363—376, Taf. 11 u. 12.)

Ruff, O. — Über die färbende Substanz im roten Carnallit. (Zeitschr. »Kali« I. 1907, S. 80—95.)

Sommerfeldt, E. — Zur Frage nach der Isomorphie des Calciumsulfats mit Baryt und Cölestin. (N. Jahrb. f. Min. usw. 1907, I, S. 139.)

van't Hoff, J. H. — Untersuchungen usw. L. Franklandit und eine neue dem Boronatrocalcit verwandte Bildung. (Sitz.-Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1907, S. 301—305.)

Zimmermann, E. — Über den »Pegmantitanhydrit« und den mit ihm verbundenen »Roten Salzton« im Jüngeren Steinsalz des Zechsteins vom Staßfurter Typus und über Pseudomorphosen nach Gips in diesem Salzton. (Monatsber. d. D. G. G. 59, 1907, S. 136—143 m. Taf.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Anlage II.

Digitized by Google

Digitized by Google

Anlage II.

Digitized by Google

Anlage III.

Digitized by Google

Digitized by Google

Anlage IV.

Digitized by Google

Digitized by Google

Anlage V.

Digitized by Google

Digitized by Google

Anlage V.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

-421

Digitized by Google

Anlage V.

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
EARTH SCIENCES LIBRARY

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

Digitized by Google

image
not
available

image
not
available